

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



**Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio  
para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones**

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

**AUTOR**

**Carloman David Perez Velasquez**

**ASESOR**

**José Augusto Huari Lázaro**

<https://orcid.org/0009-0007-4110-8375>

**Chiclayo, 2026**

**Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones**

PRESENTADA POR

**Carloman David Perez Velasquez**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR

Carlos Enrique Cumpa Vieyra  
PRESIDENTE

Victor Manuel Tepe Atoche  
SECRETARIO

José Augusto Huari Lázaro  
VOCAL

# Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>1%</b>	<b>6%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>portal.mtc.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.usanpedro.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Andina del Cusco</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>apcarreteras.org.py</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>oa.upm.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Índice

Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Revisión de literatura	12
Materiales y métodos	25
Resultados y discusión	69
Conclusiones	73
Recomendaciones	75
Bibliografía	76
Anexos	80

## Lista de Imágenes

Imagen 1: Ladrillo King Kong 18 huecos	26
Imagen 2: Agregado fino	26
Imagen 3: Cemento extraforte para mezcla de mortero	27
Imagen 4: Lana de vidrio marca aislerglass	27
Imagen 5: Ubicación satelital del terreno donde se construirán los módulos a escala	32
Imagen 6: Espacio donde se construirán los módulos a escala	33
Imagen 7: Dimensiones de los módulos a escala	33
Imagen 8: Ubicación de los módulos que se tarrajearan con mortero	34
Imagen 9: Ubicación de los recintos para probar el mortero patrón y con lana de vidrio	34
Imagen 10: Modelo 3D	35
Imagen 11: Niveles de espectro audible.	36
Imagen 12: Peso de la muestra saturada seca superficialmente	39
Imagen 13: Peso fiola + Agua destilada	39
Imagen 14: Peso muestra + Agua + fiola	40
Imagen 15: Peso seco del agregado fino	40
Imagen 16: Peso fiola + nafta	42
Imagen 17: Peso fiola + nafta + lana de vidrio	42
Imagen 18: Proceso de mezclado de mortero y llenado de cubos	49
Imagen 19: Medición promedio de cubos de mortero	50
Imagen 20: Carga de rotura en presa hidráulica	50
Imagen 21: Cubo de mortero fallado tras carga	51
Imagen 22: Limpieza de terreno	51
Imagen 23: Nivelación y trazo para la construcción de módulos a escala	52
Imagen 24: Preparación del concreto ciclópeo para la losa de piso	52
Imagen 25: Asentado de ladrillo	53
Imagen 26: La junta horizontal fue de 1.5cm y la vertical de 1.5cm	53

Imagen 27: Preparación de arena fina para tarrajeo y adición de lana de vidrio	54
Imagen 28: Realización de mezclado de agregados con la lana de vidrio	54
Imagen 29: Colocación de cuñas de espesor para controlar un correcto tarrajeo	54
Imagen 30: Módulos tarrajeados con mortero patrón y con mortero con lana de vidrio	55
Imagen 31: Gráfica de días vs $f'c$	58
Imagen 32: Lectura de Promedio con sonómetro – 1:00 a.m.	61
Imagen 33: Lectura de Promedio con sonómetro – 5:00 a.m.	62
Imagen 34: Lectura de Promedio con sonómetro – 7:00 a.m.	62
Imagen 35: Lectura de Promedio con sonómetro – 11:00 a.m.	63
Imagen 36: Lectura de Promedio Total con sonómetro	63
Imagen 37: Lectura sonómetro - Mortero Patrón	64
Imagen 38: Lectura Sonómetro - Mortero con lana de vidrio al 5%	64
Imagen 39: Lectura Sonómetro - Mortero con lana de vidrio al 10%	65
Imagen 40: Lectura Sonómetro - Mortero con lana de vidrio al 15%	65
Imagen 41: Variación de precios de tarrajeo por metro cuadrado	66
Imagen 42: Resultado del ensayo de adherencia	68
Imagen 43: Ficha técnica de lana de vidrio utilizado	80

## **Lista de Tablas**

Tabla 1: Escala aplicada para determinar la magnitud de los efectos ambientales en la Matriz de Leopold.	15
Tabla 2: límites de contaminación ambiental permisibles zonificaciones	16
Tabla 3: Características de los materiales	43
Tabla 4: Características de los agregados para adición 5%	45
Tabla 5: Características del agregado para adición de 10%	46
Tabla 6: Características de los agregados para 15% de adición	47
Tabla 7: Resistencia a la compresión 3 días	57
Tabla 8: Resistencia a la compresión 7 días	57
Tabla 9: Resistencia a la compresión 28 días	57
Tabla 10: Lecturas con sonometro por días	58
Tabla 11: Promedio de lecturas por horas	60
Tabla 12: Promedio de lecturas con sonómetro por porcentaje de lana de vidrio	60
Tabla 13: Resultados del aislamiento acústico “R”	61
Tabla 14: Resultados de ensayo de Adherencia	67
Tabla 15: Matriz de Leopold (Análisis de factores)	86
Tabla 16: APU - Diseño Patrón	88
Tabla 17: APU – Corte Manual de lana de Vidrio	88
Tabla 18: APU - Diseño 5%	89
Tabla 19: APU - Diseño 10%	89
Tabla 20: APU - Diseño 15%	90

## Resumen

Esta investigación tuvo como propósito analizar el comportamiento de un mortero para tarrajeo modificado con lana de vidrio, con el objetivo de mejorar el aislamiento acústico en espacios interiores de edificaciones. Para ello, se elaboraron mezclas con adiciones del 5%, 10% y 15% de lana de vidrio, evaluando parámetros como absorción sonora, resistencia a la compresión, adherencia, impacto ambiental y variación de costos. Los ensayos de atenuación acústica mostraron que el mortero con 15% de lana de vidrio logró una reducción promedio del nivel de presión sonora del 5.31%, pasando de 68.69 dBA a 65.69 dBA. Sin embargo, este incremento en el aislamiento afectó la resistencia, que descendió a 57.02 kg/cm<sup>2</sup> frente a los 64.22 kg/cm<sup>2</sup> del mortero patrón. En cuanto a la adherencia, se observaron valores de 5.85 kg/cm<sup>2</sup>, 5.71 kg/cm<sup>2</sup> y 5.67 kg/cm<sup>2</sup> para las mezclas con 5%, 10% y 15% de aditivo, respectivamente, indicando una ligera disminución conforme aumenta la proporción. El mortero con 10% de lana de vidrio se destacó como la opción más equilibrada, con buena absorción acústica, resistencia adecuada (62.94 kg/cm<sup>2</sup>) y adherencia aceptable. Además, el análisis de costos reveló un incremento de hasta 14.60% en comparación con el mortero tradicional, mientras que el uso de un material reciclable como la lana de vidrio representa un aporte positivo en términos ambientales. Se concluye que esta proporción ofrece un rendimiento técnico y sostenible favorable para aplicaciones en albañilería.

**Palabras clave:** Mortero, lana de vidrio, acústico, diseño de mezcla, albañilería.

## Abstract

This research aimed to analyze the performance of a modified wall plastering mortar incorporating glass wool, with the objective of improving acoustic insulation in indoor building environments. Mortar mixes were prepared with 5%, 10%, and 15% glass wool additions, and evaluated in terms of sound absorption, compressive strength, adhesion, environmental impact, and cost variation. Sound level tests showed that the 15% mix achieved the highest noise reduction, decreasing average sound pressure levels by 5.31%, from 68.69 dBA to 65.69 dBA. However, this improvement came with a decline in compressive strength, dropping to 57.02 kg/cm<sup>2</sup> compared to 64.22 kg/cm<sup>2</sup> for the control mix. Adhesion tests yielded values of 5.85 kg/cm<sup>2</sup>, 5.71 kg/cm<sup>2</sup>, and 5.67 kg/cm<sup>2</sup> for the 5%, 10%, and 15% mixes, respectively, suggesting a slight reduction as the glass wool content increased. The 10% mix proved to be the most balanced, offering efficient noise reduction, adequate strength (62.94 kg/cm<sup>2</sup>), and acceptable adhesion. Additionally, the cost analysis showed a price increase of up to 14.60% compared to conventional mortar. From an environmental perspective, the use of recycled glass wool contributed positively to the sustainability of the material. Overall, the 10% formulation is considered a technically and environmentally viable alternative for masonry applications requiring enhanced acoustic performance.

**Keywords:** *Mortar, Glass wool, Acoustic, Mix design, Masonry.*

## Introducción

El control del ruido en los edificios se ha transformado en un aspecto clave en la planificación y proyectos de construcción. La exposición a altos niveles de ruido ocasiona efectos perjudiciales en el bienestar y salud de los residentes, incluidos estrés y problemas de concentración, lo que impulsa la búsqueda de soluciones eficaces de atenuación acústica [1], para ello se plantea el uso de la lana de vidrio en los morteros de recubrimiento y así poder analizar en qué porcentaje se puede reducir la acústica del ruido, considerando que los indicadores se dan de un ambiente a otro [2]. En este contexto, la elección del diseño y los materiales resulta crucial para mejorar el confort acústico en ambientes interiores, con ello se requiere realizar ensayos al agregado y al mortero para corroborar las características obtenidas [3]. Las paredes son uno de los principales canales de transmisión del sonido en los edificios, y su capacidad de aislamiento acústico es crucial para el rendimiento acústico de una habitación. Las estrategias de construcción tradicionales a menudo no cumplen con los estándares actuales de confort acústico, lo que destaca la necesidad de innovación en los materiales utilizados [4], [5]. Las investigaciones han demostrado que los revoques pueden jugar un papel fundamental en la mejora del aislamiento acústico, especialmente cuando se utilizan aditivos adecuados [6]. En este sentido, la lana de vidrio se presenta como un aditivo interesante para morteros de revoque, debido a sus propiedades de aislamiento tanto acústico como térmico. Este material es conocido por su capacidad para reducir la propagación de las ondas sonoras y ha sido utilizado con éxito en diversas aplicaciones dentro del sector de la construcción [7]. Se ha observado que incorporar lana de vidrio al mortero puede mejorar considerablemente su coeficiente de absorción acústica, lo cual contribuye a crear ambientes interiores más tranquilos [8]. No obstante, la combinación de lana de vidrio y mortero podría tener un efecto negativo en algunas propiedades mecánicas del material, aunque esto también puede ampliar su versatilidad para ser utilizado en distintos tipos de construcción. Estudios recientes han indicado que la resistencia y durabilidad del mortero pueden mantenerse o incluso mejorarse al agregar lana de vidrio, lo que convierte a esta mezcla en una opción viable para la construcción sostenible [9], [10]. Este aspecto es especialmente relevante, ya que la sostenibilidad se ha convertido en un factor clave en la arquitectura moderna [11].

El objetivo de este análisis es examinar el impacto de la lana de vidrio en la composición del mortero, evaluando tanto sus propiedades acústicas como mecánicas. Se discutirán aspectos como la proporción de lana de vidrio en la mezcla, las propiedades acústicas resultantes y cómo

influye en el diseño de edificios más sostenibles y confortables [12]. La evaluación de estos factores permitirá establecer directrices prácticas para aplicar estas soluciones en proyectos reales.

Se espera que los resultados de este estudio contribuyan al desarrollo de soluciones constructivas que prioricen el bienestar de los ocupantes y cumplan con los estándares de confort acústico [13]. La búsqueda de materiales que mejoren la calidad de vida en entornos urbanos se ha convertido en una prioridad creciente dentro de la arquitectura y la ingeniería [14], [15]. Asimismo, incorporar enfoques innovadores en la selección de materiales es crucial para abordar los problemas de ruido en la construcción moderna. En resumen, la combinación de lana de vidrio con revoques ofrece una oportunidad prometedora para mejorar las propiedades acústicas de los edificios. Este estudio no solo busca evaluar la efectividad de esta combinación, sino también establecer un marco para futuras investigaciones en el área de materiales de construcción sostenibles y eficientes [16]. La necesidad de crear espacios habitables más cómodos y saludables nunca ha sido tan evidente.

En cuanto al aspecto social, el uso de fibras de vidrio en los morteros ofrece beneficios significativos, ya que ayuda a crear espacios más confortables. Al reducir el ruido interior de los edificios, se logra un ambiente más confiable y adecuado para las comunidades. Desde el punto de vista económico, la implementación de fibras de vidrio en los morteros resulta ser una opción altamente rentable.

Al aumentar la durabilidad y resistencia de las estructuras, se reducen los costos asociados con reparaciones tempranas y la rehabilitación de edificaciones deterioradas. Además, el uso de estos materiales compuestos permite optimizar el uso de recursos, como el acero para refuerzos, que en algunas aplicaciones puede ser parcialmente sustituido por las fibras.

Por lo tanto, el **objetivo general** de la siguiente tesis consistió en analizar la eficacia del mortero con lana de vidrio de 1.5 cm de espesor en la reducción del ruido en ambientes de edificaciones, considerando como **objetivos específicos**: Identificar el porcentaje de absorción de ruido del mortero incorporando lana de vidrio al 5%, 10% y 15%. Obtener la proporción óptima de lana de vidrio que se puede adecuar en el mortero. Evaluar la resistencia a la compresión del mortero propuesto con el 5%, 10% y 15% de lana de vidrio sobre la superficie de la pared. Evaluar el impacto ambiental generado por el mortero con lana de vidrio para tarrajeo de ambientes. Evaluar el porcentaje de variación de costo del mortero con lana de vidrio y el mortero tradicional.

## Revisión de literatura

### Antecedentes

El uso de materiales aislantes acústicos en la construcción ha sido objeto de estudio en las últimas décadas debido a la creciente demanda de confort acústico en entornos urbanos. Investigaciones previas han demostrado que la incorporación de fibras en morteros y otros materiales de construcción no solo mejora sus propiedades mecánicas, sino que también contribuye a la reducción del ruido. Entre estos materiales, la fibra de vidrio ha ganado relevancia por su capacidad para absorber y amortiguar ondas sonoras, lo que ha llevado a su empleo en proyectos de aislamiento acústico en paredes, techos y suelos [17].

Un estudio realizado señaló que, además de las propiedades acústicas, la lana de vidrio mejora algunas características mecánicas del mortero [18]. Asimismo, se evaluó el comportamiento de morteros reforzados con fibras, concluyendo que la combinación de lana de vidrio y otros aditivos incrementa la durabilidad del material sin comprometer su trabajabilidad [19].

En el artículo de Scoczynski se centró en el aislamiento acústico a ruido en vía aérea de una casa de una sola planta de un programa de viviendas brasileño construida con un sistema de muros de concreto fabricado con características normales. En esta casa se llevó a cabo una validación experimental con una precisión alta, registrándose una diferencia de nivel normalizada ponderada medida y simulada ( $DnT,w$ ) de 50 dB para una pared divisoria entre dos salas de estar, superando el requisito de la norma nacional de 40 dB. Una vez validados los datos de la simulación, se propuso una evaluación innovadora mediante métodos de fiabilidad para analizar la sensibilidad del problema en función de las variables principales utilizando tres materiales de pared alternativos: concreto normal, ligero y ligero reciclado. Un análisis de sensibilidad utilizando los índices de Sobol identificó el espesor de la pared, la densidad y el módulo de Young como los parámetros de entrada más críticos para el modelo. Para ello se utilizó la Simulación del modelo de Monte Carlo - MCS para calcular la probabilidad de fallo de cada espesor en estudio, y la Optimización del Diseño Basada en la Fiabilidad (RBDO) para determinar el espesor óptimo para cumplir el requisito de las normas brasileñas ABNT NBR 15575-4 e ISO 12354-1. Los espesores óptimos fueron 7,3 cm para concretos normales, 11,15 cm para concreto ligero y 10,27 cm para concreto reciclado ligero. Se proponen índices innovadores de eficiencia acústico-carbónica, utilizando estos, el estudio demostró que el concreto reciclado ligero puede sustituir

definitivamente al concreto normal para el aislamiento acústico a ruido aéreo, ofreciendo ventajas medioambientales adicionales como la reciclabilidad.[20]

El estudio realizado en Brasil sobre mortero para tarrajeo, que incorporó residuos de goma de caucho de las llantas de autos en proporciones del 10% y 20%, concluyó que se logró una disminución acústica del 12% y 13%, respectivamente. Asimismo, se observó una reducción del 16% y 29% en la conductividad térmica, lo que contribuye a crear ambientes más cálidos y con menor nivel de ruido en comparación con los morteros tradicionales [21].

Información sobre el estudio realizado por Chalan, incorporando lana de fibra de vidrio en porcentajes de 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, en morteros con dosificaciones de 1:4; 1:5; 1:6, para analizar el efecto en las propiedades físico-mecánicas, se obtuvo como resultado que, a mayor porcentaje de lana de fibra de vidrio, las propiedades en su resistencia del mortero disminuían gradualmente, lo cual se repetía en todas las dosificaciones propuestas [34]

La investigación llevada a cabo sobre la incorporación de desechos textiles en bloques de concreto, con el objetivo de evaluar sus propiedades de resistencia, acústica y térmica, concluyó que al añadir porcentajes de 3%, 6%, 9%, 12% y 15%, se observó una mejora en las propiedades acústicas y térmicas. Sin embargo, esta adición también resultó en una reducción de la resistencia a la compresión y un aumento en los costos de fabricación de los bloques [35].

El empleo de fibras en morteros ha sido estudiado desde mediados del siglo XX como una solución a las limitaciones del mortero convencional, especialmente en lo que respecta a su resistencia a la tracción y flexión. Las investigaciones iniciales sobre el refuerzo de morteros con fibras de vidrio tipo "E" demostraron que, aunque este tipo de fibras mejoraba las propiedades del material, no resisten adecuadamente el ataque alcalino producido por la hidratación del cemento Portland. Fue en 1967 cuando el Dr. Majundar logró importantes avances al desarrollar fibras de vidrio resistentes a los álcalis, introduciendo el GRC (Glass Fibre Reinforced Cement) como un material compuesto capaz de mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad del mortero [21].

Los hallazgos de la investigación sobre el uso de corcho, lana de roca y poliestireno expandido como aislantes acústicos en Lima revelaron que la lana de roca logró una reducción de las ondas sonoras de hasta un 33%. El corcho experimentó una reducción del 32.28%, mientras que el poliestireno registró un 27.10%. En contraste, la lana de roca sobresalió como el material con el mejor desempeño en términos de aislamiento acústico [22].

El uso de fibras en morteros ha sido ampliamente investigado en la ingeniería civil debido a sus beneficios en el fortalecimiento de las propiedades mecánicas del material. Ya sean fibras sintéticas o naturales, estas actúan como un refuerzo que mejora la resistencia a la tracción y la flexión del mortero, además de disminuir la probabilidad de que se formen fisuras. En particular, las fibras de vidrio han cobrado relevancia, ya que tienen la capacidad de frenar la propagación de grietas y aumentar la durabilidad de las reparaciones estructurales, lo que las convierte en una opción efectiva para mejorar el rendimiento de los morteros en condiciones exigentes [23].

La incorporación de fibras no solo optimiza las características mecánicas del mortero, sino que también impacta positivamente en otras propiedades como la capacidad para absorber impactos y la resistencia al desgaste. Diversas investigaciones han demostrado que las fibras ayudan a distribuir de manera más uniforme las tensiones internas, lo que reduce las posibilidades de fisuración prematura en las superficies tratadas. Así, añadir fibras de vidrio a los morteros no solo ofrece una solución eficaz para reparar grietas, sino que también extiende la vida útil de las estructuras reparadas [23].

## **Bases Teóricas**

### **Generalidades**

El mortero es una mezcla de aglutinantes, arena y agua que se utiliza tradicionalmente en la construcción para unir ladrillos, bloques o para revestir superficies. Con el objetivo de mejorar las propiedades acústicas y térmicas en las edificaciones, se ha investigado la incorporación de materiales aislantes en su composición, siendo la lana de vidrio uno de los más utilizados debido a sus características físicas y químicas. La lana de vidrio es un material fibroso, obtenido a partir de la fusión de vidrio reciclado o natural, que se caracteriza por su baja conductividad térmica, ligereza y resistencia a la combustión. La adición de este material en los morteros no solo busca mejorar la capacidad aislante de las paredes, sino también reducir el ruido en ambientes interiores, contribuyendo al confort acústico de las edificaciones [6].

La lana de vidrio tiene una elevada capacidad de absorción del ruido, especialmente en frecuencias medias y altas, que son comunes en los ruidos urbanos. Esto la convierte en una opción ideal para su incorporación en morteros que buscan mejorar el confort acústico en edificios residenciales y comerciales [24].

## Definiciones

1. **Mortero:** El mortero es una mezcla homogénea compuesta por un aglomerante, usualmente cemento o cal, agregados finos como arena, y agua. Se utiliza principalmente en la construcción para unir materiales de albañilería, revestir superficies, o realizar acabados en paredes y techos. El mortero puede ser modificado con la adición de distintos componentes que mejoran sus propiedades, como la durabilidad, la resistencia o la capacidad de aislamiento.
2. **Matriz de Leopold:** Es una herramienta ampliamente utilizada en la Evaluación de Impacto Ambiental para analizar cómo las actividades de un proyecto pueden afectar el entorno. Su principal función es ayudar a identificar y valorar los posibles impactos ambientales antes de que se lleve a cabo una intervención.  
Este método se organiza como una tabla de doble entrada. En un eje se colocan las diferentes acciones del proyecto, como la construcción o la operación, mientras que en el otro se incluyen los componentes del medio ambiente, tales como el agua, el suelo, el aire, la flora, la fauna y aspectos sociales [42].

*Tabla 1: Escala aplicada para determinar la magnitud de los efectos ambientales en la Matriz de Leopold.*

ESCALA DE LA CALIFICACIÓN DE LA MAGNITUD E IMPORTANCIA				
Magnitud		Importancia		
<i>Intensidad</i>	<i>Afectación</i>	<i>Duración</i>	<i>Influencia</i>	<i>Calificación</i>
<i>Limitada</i>	<i>Baja</i>	<i>Temporal</i>	<i>Puntual</i>	<i>1</i>
	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Puntual</i>	<i>2</i>
	<i>Alta</i>	<i>Permanente</i>	<i>Puntual</i>	<i>3</i>
<i>Reducida</i>	<i>Baja</i>	<i>Temporal</i>	<i>Local</i>	<i>4</i>
	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Local</i>	<i>5</i>
	<i>Alta</i>	<i>Permanente</i>	<i>Local</i>	<i>6</i>
<i>Evidente</i>	<i>Baja</i>	<i>Temporal</i>	<i>Regional</i>	<i>7</i>
	<i>Media</i>	<i>Media</i>	<i>Regional</i>	<i>8</i>
	<i>Alta</i>	<i>Permanente</i>	<i>Regional</i>	<i>9</i>
<i>Considerable</i>	<i>Baja</i>	<i>Permanente</i>	<i>Nacional</i>	<i>10</i>

*Nota 1: Impactos negativos: magnitud (-) e Importancia (+)*

*Impactos positivos: magnitud (+) e importancia (+).*

*Fuente: Revista Conciencia Digital*

3. **Lana de Vidrio:** La lana de vidrio es un material aislante compuesto por fibras finas, que se obtiene al fundir vidrio reciclado o sílice a temperaturas muy elevadas. Este proceso da lugar a hilos extremadamente delgados que se agrupan y se compactan en forma de mantas o paneles. Es conocida por su baja conductividad térmica y alta capacidad para absorber sonido, lo que la convierte en un excelente aislante térmico y acústico. Además, presenta características de ligereza y resistencia al fuego, lo que la hace idónea para aplicaciones en construcción.
4. **Mortero con Lana de Vidrio:** Este tipo de mortero es una variante del mortero tradicional, al cual se le ha incorporado lana de vidrio en su fórmula. El objetivo de esta modificación es mejorar las propiedades térmicas y acústicas del material, aprovechando las cualidades de la lana de vidrio para reducir la transferencia de calor y minimizar la propagación del sonido. Al incorporar fibras de lana de vidrio, el mortero adquiere una estructura más porosa que contribuye a una mayor absorción del ruido y mejor aislamiento térmico, lo que resulta ideal para edificaciones que requieren mayor confort en esos aspectos.
5. **Aislamiento Acústico:** Es la capacidad de un material o sistema constructivo para reducir la transmisión de sonido entre diferentes espacios. En el caso del mortero con lana de vidrio, el aislamiento acústico se mejora significativamente gracias a la estructura fibrosa y porosa de la lana de vidrio, que ayuda a absorber y amortiguar las ondas sonoras [6].
6. **Ruido:** Es un sonido no agradable al oído y que produce molestia, este se mide según la intensidad sonora en decibeles (dB) [25].

**Tabla 2:** límites de contaminación ambiental permisibles zonificaciones

	De 07:00 a 22:00 hrs	De 22:00 a 07:00 hrs
Industrial	80 dB	70 dB
Comercial	70 dB	60 dB
Residencial	60 dB	50 dB
Zona de protección especial	50 dB	40 dB

*El gráfico ilustra la zona de aplicación junto con los niveles máximos determinados por los Estándares de Calidad Ambiental para el Ruido (ECA). Estos estándares establecen límites que deben cumplirse para garantizar un ambiente sonoro adecuado.*

**Fuente:** Decreto Supremo N° 085-2003-PCM

7. **Decibeles (dB):** Es una unidad de medida comparativa entre sonidos en un espectro audible [25].
8. **Campo auditivo:** Se entiende por sonido una banda de frecuencias que abarca un rango de intensidades particulares, las cuales pueden ser captadas por el oído humano. Fuera de este rango, lo que se percibe no se clasifica como sonido [26].
9. **Ensayos a los Agregados:** Los ensayos realizados a los agregados son pruebas de laboratorio que permiten analizar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales, como la arena, que se emplean en la mezcla del mortero. Algunos de los ensayos más comunes incluyen:
  - a. **Ensayo de Granulometría:** Este ensayo se utiliza para conocer cómo se distribuyen los tamaños de las partículas del agregado, lo cual es clave para asegurar una buena compactación y resistencia del mortero. Para llevarlo a cabo, se emplean tamices con aperturas de diversos tamaños.
  - b. **Ensayo de Absorción y Humedad:** Este ensayo mide la capacidad de los agregados para absorber agua y determina su humedad natural. Estos aspectos son cruciales, ya que afectan directamente la cantidad de agua que se debe agregar a la mezcla de mortero y la adherencia del material.
  - c. **Ensayo de Densidad y Peso Específico:** Este ensayo evalúa la relación entre la masa y el volumen de los agregados, lo que ayuda a calcular la cantidad de material que se requiere para la mezcla. Tanto la densidad como el peso específico juegan un papel importante en la resistencia y durabilidad del mortero.
10. **Ensayos al Mortero:** Los ensayos al mortero son pruebas realizadas para evaluar sus características físicas y mecánicas, garantizando que el material cumpla con los estándares de diseño y desempeño requeridos en la construcción. Entre los ensayos más relevantes se encuentran:
  - a. **Ensayo de Resistencia a la Compresión:** Este ensayo mide la capacidad del mortero para resistir fuerzas de compresión, lo cual es esencial para asegurar la estabilidad de las estructuras. Para ello, se aplica una carga progresiva a una muestra, ya sea cúbica o cilíndrica, hasta que el mortero se fractura.

- b. Ensayo de Consistencia (Flujo):** Este ensayo evalúa la trabajabilidad del mortero, es decir, su facilidad para ser manipulado y aplicado de manera uniforme sobre las superficies. Se realiza midiendo el desplazamiento del mortero debido a su propio peso en una mesa diseñada para este fin.
- c. Ensayo de Absorción de Agua:** Este ensayo determina la cantidad de agua que el mortero puede absorber cuando está completamente saturado. Es fundamental para evaluar la durabilidad del mortero en ambientes húmedos y su capacidad para resistir la penetración de agua.
- d. Ensayo de Retención de Agua:** Este ensayo mide la capacidad del mortero para retener agua durante su fraguado y endurecimiento. Mantener un nivel adecuado de retención de agua es esencial para prevenir el secado prematuro y la formación de grietas.
- e. Ensayo de adherencia:** La prueba de adherencia se lleva a cabo según la norma E518/E518M - 10, la cual define cómo evaluar la resistencia de la unión en materiales de mampostería cuando se someten a flexión. Esta normativa especifica los pasos a seguir para medir cuán fuerte es el mortero utilizado, poniéndolo a prueba en condiciones de flexión, es decir. Durante la prueba, se coloca una muestra de mampostería bajo una presión controlada para luego aplicar la carga en la parte superior, de esta manera podemos ver cuánta resistencia tiene el mortero en ese entorno

$$Ra=0.75*P*L/b*d^2$$

Donde:

- “P” es la carga máxima aplicada (Kgf),
- “L” es la distancia entre apoyos (cm),
- “b” espesor de ladrillo (cm).
- “d” es la altura

## Clasificación de Morteros

Los morteros pueden clasificarse de acuerdo con diferentes criterios como el tipo de aglomerante utilizado, su uso específico en la construcción, o sus propiedades. A continuación, se describen las clasificaciones más comunes [27]:

### 1. Según el Aglomerante:

- a. **Mortero de Cemento:** Este tipo de mortero emplea cemento como el principal material aglomerante. Es el más utilizado en la construcción debido a su excelente resistencia y durabilidad. Se emplea en trabajos que deben soportar cargas estructurales, como la unión de bloques o ladrillos en la construcción de muros.
- b. **Mortero de Cal:** Este mortero emplea cal como material aglomerante. Se destaca por su mayor plasticidad y capacidad de transpiración, lo que lo convierte en una opción ideal para trabajos de restauración o en edificaciones donde se necesita permitir el paso de la humedad sin afectar la estructura. Además, su uso mejora tanto la adherencia como la facilidad para trabajar con la mezcla.
- c. **Mortero Mixto:** Este mortero es una mezcla de cemento y cal como aglomerantes, buscando aprovechar las mejores propiedades de ambos materiales. De este modo, combina la mayor trabajabilidad de la cal con la resistencia del cemento. Es comúnmente utilizado en proyectos donde se necesita un equilibrio entre estas características, como en trabajos de revocos y albañilería.

### 2. Según su Uso:

- a. **Mortero de Albañilería:** Se utiliza para unir ladrillos o bloques en la edificación de muros. Este mortero necesita tener buenas características de adherencia y resistencia mecánica para poder soportar las cargas que la estructura requiere.
- b. **Mortero de Revestimiento:** Se emplea para cubrir y proteger superficies como paredes o techos. El mortero de revestimiento puede ser formulado para ofrecer propiedades decorativas, impermeabilizantes o de acabado suave, según los requerimientos específicos del proyecto.
- c. **Mortero de Relleno:** Se usa para rellenar huecos o juntas en diferentes estructuras. Debe tener buena trabajabilidad y capacidad de compactación para garantizar que llene correctamente los espacios vacíos sin dejar huecos.

### 3. Según su Función en el Desempeño:

- a. **Mortero Estructural:** Este tipo de mortero debe tener una alta resistencia a la compresión y una buena capacidad de adherencia. Se utiliza en situaciones donde el mortero contribuye directamente a la estabilidad estructural de un edificio o construcción.
- b. **Mortero No Estructural:** Está destinado principalmente a funciones de acabado o protección, sin que se espere que soporte cargas importantes. Suele tener una mayor plasticidad y trabajabilidad, pero su resistencia a la compresión es menor.

### 4. Según sus Propiedades Específicas:

- a. **Mortero Impermeable:** Es un tipo de mortero que se formula para resistir la penetración de agua. Generalmente, se utiliza en aplicaciones como revestimientos exteriores o en construcciones subterráneas, donde la exposición a la humedad es frecuente.
- b. **Mortero Aislante:** Este tipo de mortero tiene propiedades especiales para reducir la transferencia de calor o sonido. El mortero con lana de vidrio pertenece a esta categoría, ya que la adición de fibras de lana de vidrio mejora su capacidad aislante, tanto térmica como acústica.

### 5. Según el Tipo de Aditivo o Modificación:

- a. **Mortero Modificado con Polímeros:** Este mortero se formula con la adición de polímeros, lo que mejora su adherencia, flexibilidad y resistencia a la humedad. Se utiliza principalmente en situaciones que requieren mayor elasticidad o en entornos con condiciones difíciles, como áreas húmedas o expuestas a ciclos de congelación y descongelación.
- b. **Mortero con Aditivos:** Son aquellos a los que se les agregan aditivos químicos para mejorar alguna propiedad específica, como la resistencia, la trabajabilidad o la velocidad de fraguado. Los aditivos pueden incluir acelerantes, retardadores, plastificantes o aireantes, dependiendo de las necesidades del proyecto.

## **Normativa vigente en Perú**

La normativa de ruido en Perú tiene un impacto significativo en el uso de técnicas de construcción como el tarrajeo, especialmente en lo que respecta a la mitigación acústica. El tarrajeo, cuando se realiza con materiales adecuados, puede ayudar a reducir la transmisión de sonido entre espacios, lo que es esencial en áreas urbanas densamente pobladas. Por ejemplo, se ha observado que el uso de morteros específicos en el tarrajeo puede disminuir el ruido en aproximadamente un 15% a 30%, dependiendo de la composición del mortero y el grosor aplicado [4].

La norma peruana nos da los alcances para realizar los diversos ensayos característicos para los morteros, en ella podemos ver requisitos y parámetros, además del control de calidad que se debe tener en cuenta [28].

En el contexto de la normativa Decreto Supremo N° 227-2013-MINAM, que establece límites de ruido de 65 dB durante el día y 55 dB en la noche en zonas residenciales, el uso de técnicas de tarrajeo puede ser una estrategia efectiva para cumplir con estos estándares. Al aplicar un tarrajeo de calidad, se puede reducir la resonancia en las paredes y, en consecuencia, los niveles de ruido percibido en el interior de las viviendas. Esta reducción es especialmente relevante en edificaciones cercanas a vías de alto tránsito o áreas comerciales [29].

Además, la incorporación de aditivos como lana de fibra de vidrio o goma de caucho en el mortero de tarrajeo puede incrementar aún más la capacidad de aislamiento acústico. Estudios han mostrado que, al integrar estos materiales, la atenuación del sonido puede aumentar en un 10% a 20% adicional, lo que ofrece una solución más eficaz frente a la contaminación acústica. Estas prácticas no solo contribuyen a un entorno más silencioso, sino que también cumplen con las exigencias de la normativa [22].

Es fundamental que los profesionales de la construcción reconozcan la importancia de emplear técnicas de tarrajeo que, además de ser visualmente atractivas, sean eficaces para reducir el ruido. La formación en el uso de materiales y métodos que favorezcan un buen aislamiento acústico no solo mejora la calidad de vida de los residentes, sino que también facilita que los constructores cumplan con las normativas de ruido, logrando un balance entre el desarrollo urbano y el bienestar de las personas.

## **Propiedades Acústicas de los Materiales de Construcción**

El aislamiento acústico en los edificios hace referencia a la capacidad de los materiales o combinaciones de materiales para disminuir la transmisión del sonido entre diferentes espacios. Los materiales porosos, como la lana de vidrio, son particularmente eficaces para absorber las ondas sonoras, ya que estas pierden energía al pasar a través de los poros del material. Este principio es fundamental para entender cómo los morteros modificados con lana de vidrio logran una mayor eficiencia acústica [30].

Estudios recientes han demostrado que añadir fibras a los morteros puede modificar de manera considerable tanto sus propiedades acústicas como mecánicas. Se observó que la inclusión de fibras de vidrio mejora la capacidad del mortero para absorber el sonido. Sin embargo, es importante controlar la cantidad de fibras utilizadas, ya que un exceso podría perjudicar la trabajabilidad y la adherencia del material [24].

## **Impacto de las Fibras en la Resistencia Mecánica del Mortero**

Además de los beneficios acústicos, añadir fibras a los morteros puede mejorar su resistencia a la tracción y a la flexión. Los morteros tradicionales, sin refuerzos, suelen ser frágiles y más propensos a desarrollar fisuras cuando se someten a tensiones mecánicas [31]. La incorporación de fibras, como la lana de vidrio, ayuda a frenar la propagación de grietas, actuando como una barrera que refuerza la estructura del mortero. Este efecto ha sido confirmado por varios estudios, los cuales demostraron que agregar un 10% de lana de vidrio aumentaba la resistencia a la tracción del mortero en un 15% sin comprometer su durabilidad [12].

## **Ventajas y desventajas del uso de lana de vidrio en morteros**

La lana de vidrio ofrece múltiples beneficios cuando se utiliza en morteros. En primer lugar, proporciona un excelente aislamiento térmico, lo que contribuye a mejorar la eficiencia energética de los edificios. Además, funciona como un efectivo aislante acústico, reduciendo la transmisión del sonido y siendo especialmente útil en lugares ruidosos. Su resistencia al fuego también es destacable, ya que es un material no inflamable que aumenta la seguridad en las construcciones. Su ligereza facilita tanto su manejo como su aplicación en obra, y, por otro lado, su carácter sostenible es una ventaja, ya que muchas veces se fabrica con materiales reciclados, lo que contribuye a disminuir el impacto ambiental. Finalmente, la lana de vidrio se integra fácilmente en los morteros sin complicar el proceso de mezcla.

Sin embargo, el uso de lana de vidrio también tiene algunas desventajas. Uno de los principales inconvenientes es su capacidad para absorber humedad, lo que puede reducir su efectividad como aislante y favorecer la aparición de moho. Además, durante su manipulación, puede causar irritación en la piel y los pulmones, por lo que es importante tomar precauciones como usar guantes y mascarillas. En cuanto a su durabilidad, puede verse afectada por factores como la humedad y el contacto directo con el agua. Aunque a largo plazo puede resultar una opción rentable, el costo inicial de la lana de vidrio suele ser más alto que el de otros materiales aislantes.

## Ensayos para morteros

### MTC E 609 Gravedad específica y absorción de agregados finos

El peso específico es la propiedad comúnmente utilizada para poder determinar el volumen que ocupa el agregado en diversas mezclas, como el concreto, el concreto asfáltico y otras mezclas que se diseñan y evalúan según su volumen [32]. La formulación es la siguiente:

$P_{em}$  = Peso específico de masa

$W_0$  = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g;

$V$  = Volumen del frasco en  $\text{cm}^3$

$V_a$  = Peso en gramos o volumen en  $\text{cm}^3$  de agua añadida al frasco.

**Peso específico de masa:**

$$P_{em} = \frac{W_0}{(V - V_a)} * 100$$

**Peso específico de masa saturado con superficie seca:**

$$P_{ea} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} * 100$$

**Peso específico aparente:**

$$P_{esss} = \frac{500}{(V - V_a)} * 100$$

### **MTC E 611 Mezcla mecánica de pastas de cemento y morteros de consistencia plástica**

Este ensayo se utiliza para la elaboración de pastas y morteros de consistencia plástica. Los valores definidos en unidades del Sistema Internacional (SI) deben ser tomados en cuenta en este método. Además, este ensayo no aborda los problemas de seguridad relacionados con su aplicación; es responsabilidad del usuario establecer las prácticas de seguridad y salud adecuadas, así como determinar las obligaciones asociadas con su uso e interpretación [32].

### **NTP 399.610 Unidades de albañilería. Especificación normalizada para morteros**

La normativa define los criterios técnicos que deben considerarse para la preparación de morteros de uso general. En ella se detallan aspectos como la dosificación de los materiales y las propiedades tanto en estado fresco como, por ejemplo, la trabajabilidad y la consistencia, así como en estado endurecido, donde se evalúan la resistencia. Asimismo, esta norma orienta sobre las proporciones adecuadas de los componentes, la relación agua/cemento y las condiciones de elaboración, con el propósito de asegurar un comportamiento óptimo del mortero en distintas aplicaciones constructivas [28].

### **MTC E 612 Contenido de aire en morteros de cemento**

Este ensayo se utiliza para verificar si el cemento cumple con los requisitos de inclusión de aire según la especificación correspondiente. Los valores definidos en unidades del Sistema Internacional (SI) deben ser tomados en cuenta en este método.

$W_a$  = Masa del mortero por unidad de volumen,

$W_e$  = Masa teórica del mortero, por unidad de volumen,

$$\text{Contenido de aire}(\%) = 100 \left[ 1 - \frac{W_a}{W_e} \right]$$

### **MTC E 616 Fluidez de morteros de cemento hidráulico (mesa de flujo)**

El contenido de agua presente en el mortero hidráulico proporciona fluidez, y algunos morteros necesitan un nivel específico de esta fluidez, el cual se determina por el aumento del diámetro de la base mayor del molde que contiene el mortero.

$$\%fluidez = \frac{\text{Diámetro prom.} - 101.6\text{mm}}{101.6\text{mm}} * 100$$

## **Teoría del Análisis de Varianza (ANOVA) en Evaluación de Materiales**

Para evaluar la eficacia del mortero con lana de vidrio en la reducción de ruido, se aplicará un Análisis de Varianza (ANOVA), que es una herramienta estadística utilizada para comparar las medias de varios grupos y determinar si las diferencias observadas entre ellos son significativas. El ANOVA es especialmente útil en estudios experimentales con múltiples tratamientos, como los diferentes porcentajes de lana de vidrio en el mortero. Este análisis permitirá evaluar si la adición de lana de vidrio mejora significativamente la absorción acústica en comparación con un mortero convencional [17].

## **Materiales y métodos**

### **Criterios para la incorporación de porcentajes de lana de vidrio.**

Se optó por añadir lana de vidrio en proporciones del 5%, 10% y 15% en la mezcla de mortero para tarrajeo, fundamentándose en diversos estudios. Uno de ellos, realizado en Brasil, mostró que la inclusión de residuos de goma de caucho al 10% y 20% logró reducciones acústicas del 12% y 13%, así como disminuciones de la conductividad térmica del 16% y 29% [20]. Además, el estudio de indicó que mayores porcentajes de lana de vidrio generaron una disminución gradual en la resistencia del mortero [33]. Por último, investigaciones sobre desechos textiles revelaron mejoras en propiedades acústicas y térmicas, aunque con un impacto negativo en la resistencia a la compresión [34].

Los valores de 5%, 10%, y 15% son incrementos suficientes para evidenciar posibles cambios en las propiedades del mortero, como resistencia, adherencia o reducción de ruido, sin exceder una proporción que pudiera afectar negativamente la mezcla [35].

## **Materiales utilizados**

### **Ladrillo King Kong 18 huecos**

El ladrillo King Kong de 18 huecos será adquirido en una ferretería comercial de la ciudad de Lambayeque, localidad donde se desarrollará el estudio.



*Fig. 1: Ladrillo King Kong 18 huecos*

*Fuente: Propia*

### **Agregado fino**



*Fig. 2: Agregado fino*

*Fuente: Propia*

## Cemento

El cemento que se empleará será el cemento portland tipo extraforte Ico Pacasmayo 42.5kg adquirido en una ferretería comercial de la ciudad de Lambayeque, localidad donde se desarrollará el estudio.



*Fig. 3: Cemento Extraforte para mezcla de mortero*

*Fuente: Sodimac*

## Lana de vidrio

Fue utilizada es de marca Aislanglass 50mm, el cual comercializa la empresa SODIMAC ubicado en su tienda por departamento de la ciudad de Chiclayo. Ficha técnica (Anexo 1)



*Fig. 4: Lana de vidrio marca Aislanglass*

*Fuente: Sodimac*

## **Tipo y diseño de investigación**

Este trabajo se desarrolla bajo un enfoque experimental, ya que se interviene directamente en una de las variables del estudio. En este caso, se modifica de manera intencional el porcentaje de lana de vidrio incorporado en la mezcla de mortero, con el objetivo de observar cómo esta variación influye tanto en su comportamiento acústico como en sus propiedades mecánicas.

El diseño planteado corresponde a un experimento de un solo factor, donde la variable de interés es la cantidad de lana de vidrio añadida. Para ello, se establecieron cuatro niveles de análisis: una mezcla sin adición (0%), considerada como referencia, y tres proporciones adicionales de 5%, 10% y 15%.

Por otro lado, el estudio se llevó a cabo procurando mantener constantes las demás condiciones que podrían influir en los resultados. Entre estas se incluyen la dosificación base del mortero, los materiales utilizados, las dimensiones de los módulos de ensayo, el espesor del tarrajeo y las condiciones en las que se realizaron las mediciones. De esta forma, se busca que los cambios observados puedan atribuirse principalmente a la variación del contenido de lana de vidrio, facilitando así la interpretación de los resultados [36].

## **Población**

La población de estudio está conformada por los morteros de tarrajeo que han sido modificados mediante la incorporación de lana de vidrio y que se utilizan en muros de edificaciones. En este contexto, se busca analizar su comportamiento tanto en el aspecto acústico como en el mecánico, con el propósito de comprender cómo la incorporación de este material influye en su desempeño, especialmente en lo relacionado con la capacidad de aislamiento acústico [36].

## **Muestra**

La muestra de la investigación está conformada por cuatro módulos de muros a escala 1:2, los cuales fueron construidos de forma específica para el desarrollo del estudio. Cada módulo fue tarrajado con mortero, considerando un muro de referencia elaborado con mezcla convencional y los demás con mortero modificado mediante la incorporación de lana de vidrio en proporciones de 5%, 10% y 15%.

La definición del número de muestras se realizó empleando el método del intervalo de confianza para la media, a partir del cual se estimó el tamaño muestral necesario para el análisis experimental [37].

**Muestreo**

Se emplearán unidades experimentales conformadas por módulos de muros previamente tarrajados, sobre los cuales se llevarán a cabo las mediciones acústicas y los ensayos destinados a evaluar su comportamiento mecánico.

**Definición de variables**

Variable independiente: Mortero con lana de vidrio, Mezcla de mortero modificada mediante la incorporación de distintos porcentajes de lana de vidrio en su composición.

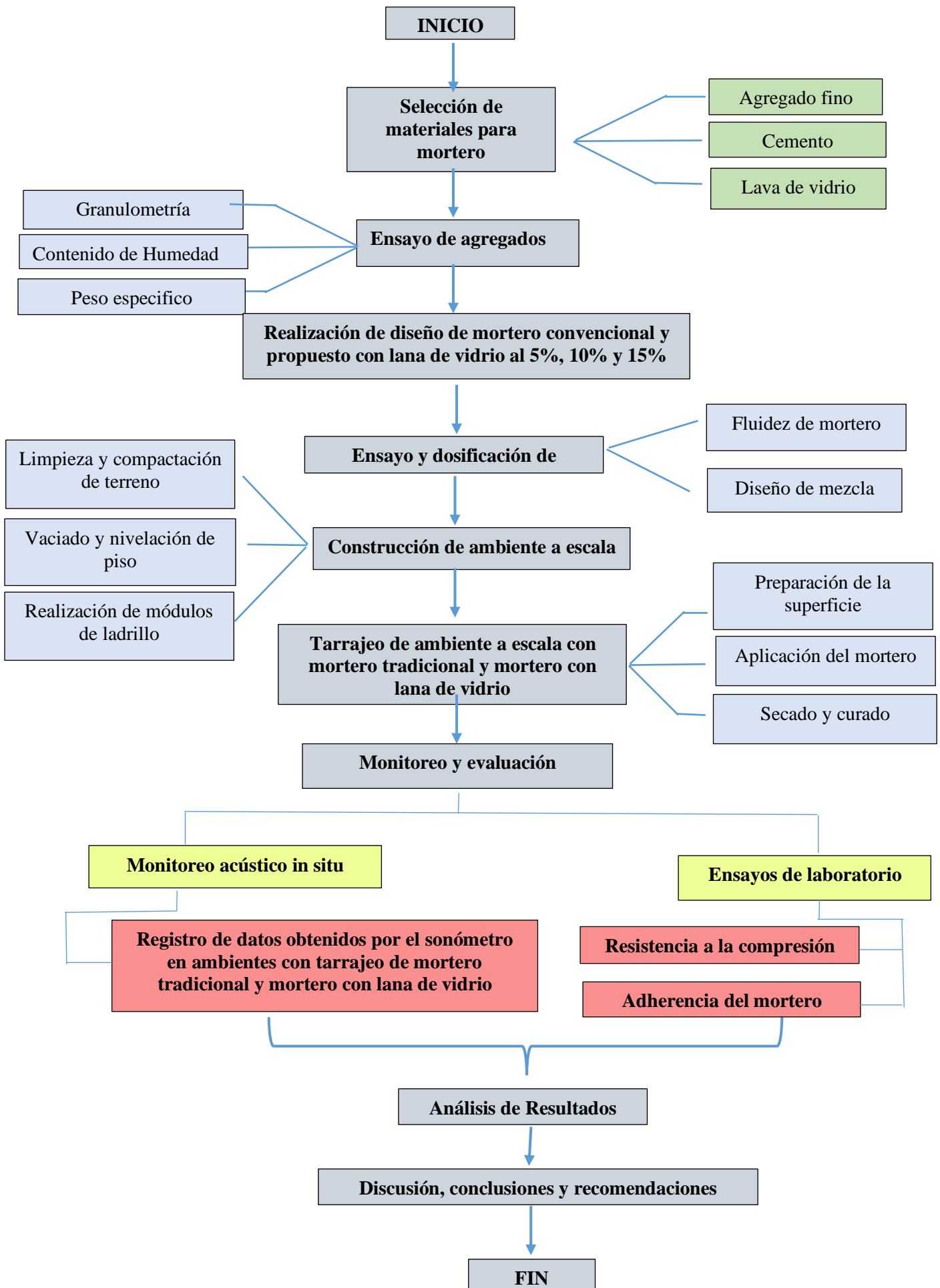
Variable dependiente:

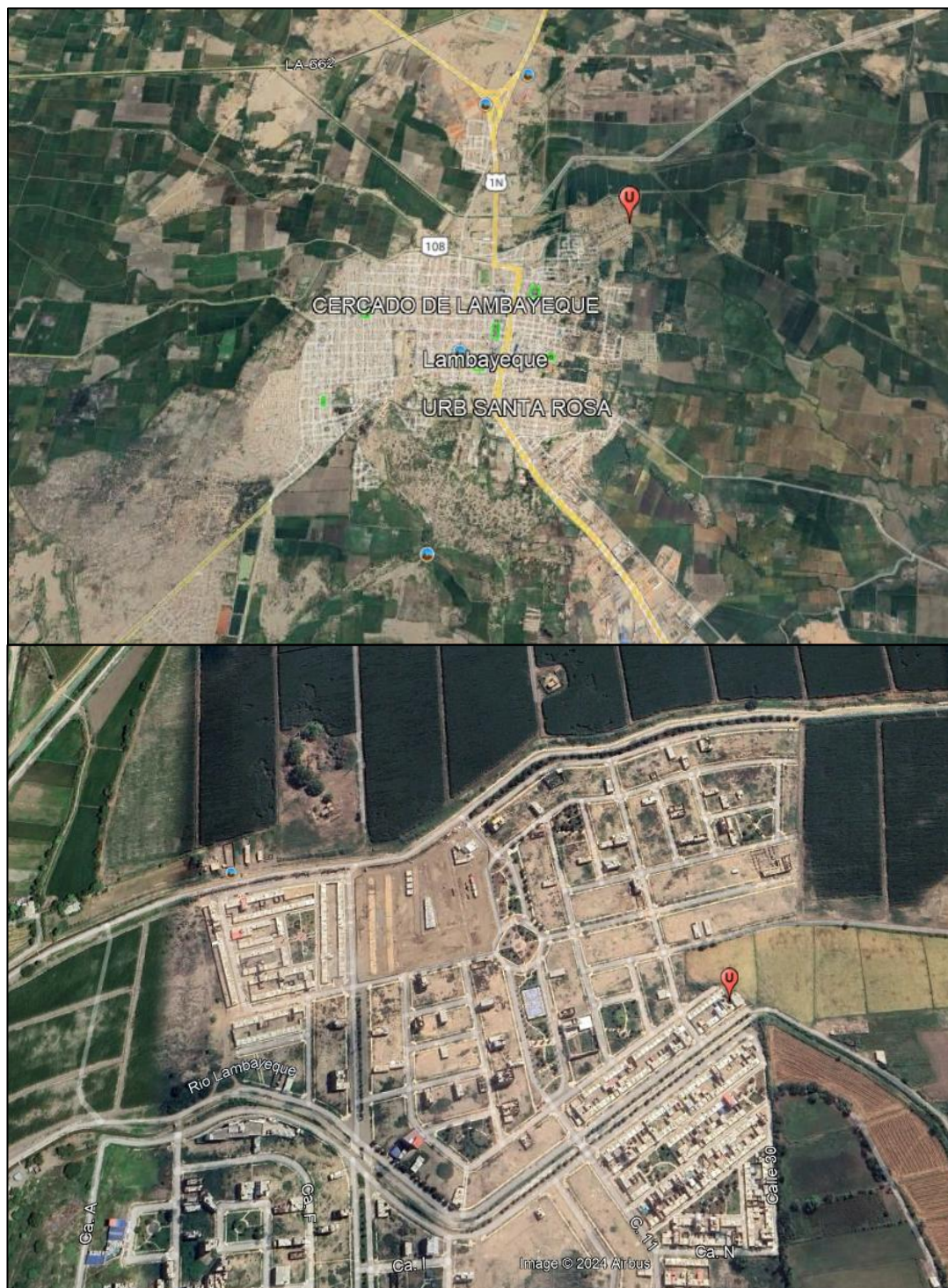
- Aislamiento acústico
- Propiedades mecánicas

**Matriz de operacional**

VARIABLE		DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INSTUMENTO DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN	METODO DE MEDICIÓN
<b>Independiente</b>	Mortero con lana de vidrio	Composición del mortero	Cantidad de cemento, arena, lana de vidrio y agua	Diseño de mezcla	Volumen	NTP 334.051
		Consistencia	Índice de fluidez	Mesa de flujo	Porcentaje (%)	ASTM C1437
<b>Dependiente</b>	acústico	Capacidad de aislamiento acústico del mortero	Nivel de reducción de ruido a través del mortero tarrajado	sonómetro	Decibelios (dB)	UNE-EN ISO 10052:2005/A1:2010
	Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Realizar ensayos de compresión en muestras mortero con lana de vidrio.	Prensa hidráulica	Kg/cm2	MTC E609
		Adherencia del mortero	Desprendimiento el mortero aplicado en la superficie	Ensayo de adherencia	Kg/cm2	E518/E518M - 10

**Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones**



**Ubicación donde se desarrollará la investigación:**

**Fig. 5:** Ubicación satelital del terreno donde se construirán los módulos a escala

**Fuente:** Google Maps



**Fig. 6:** *Espacio donde se construirán los módulos a escala*  
**Fuente:** *Propia*

### Dimensiones de ambiente

Las dimensiones del ambiente a escalar para este estudio serán de 3.00 m x 3.00 m x 2.40 m de altura. El criterio de dimensionamiento se basa en lo estipulado en el artículo 18 de la norma A.0.10 del reglamento nacional de edificaciones, que establece una altura mínima de 2.30 m desde el piso terminado hasta el cielo raso en techos horizontales en viviendas. Asimismo, el anexo 1 de la norma A.030 especifica que el área mínima para habitaciones simples debe ser de 8.00 m<sup>2</sup>

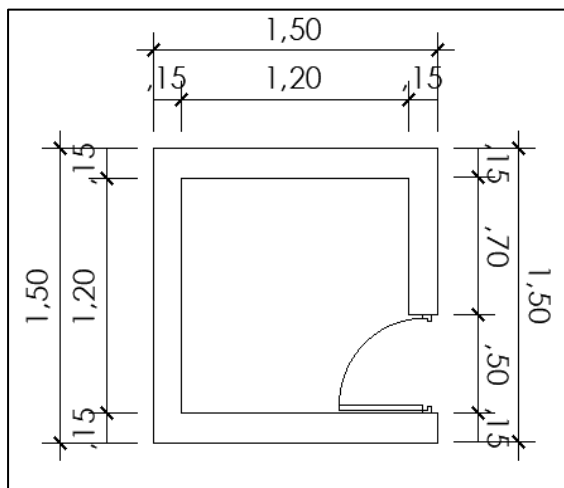
### Elemento a escala para ensayo

De acuerdo con la evaluación de expertos, la escala óptima para la construcción de los ambientes sería de 1:2, lo que implica que las dimensiones de los ambientes a edificar serán las siguientes:

Largo : 1.50m

Ancho: 1.50m

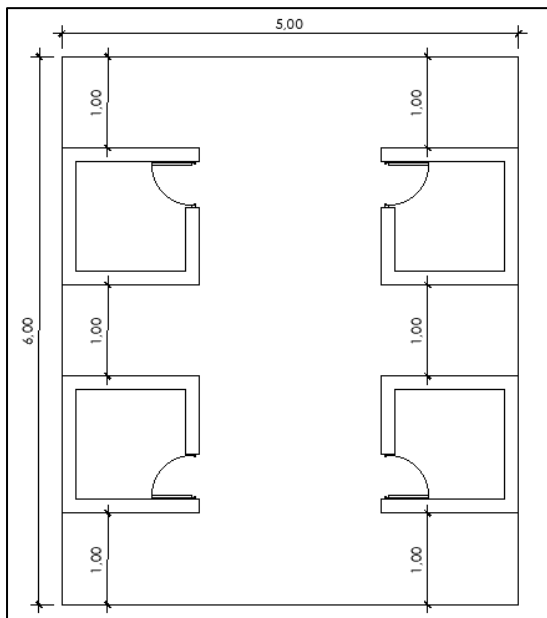
Alto : 1.20m



**Fig. 7:** *Dimensiones de los módulos a escala*  
**Fuente:** *Propia*

### Distribución y ubicación de los ambientes

Para garantizar la máxima precisión en el estudio, es esencial que la distancia entre cada ambiente permanezca constante. Por lo tanto, considerando las dimensiones del espacio destinado a la investigación, se ha establecido una separación de 1.00 m.

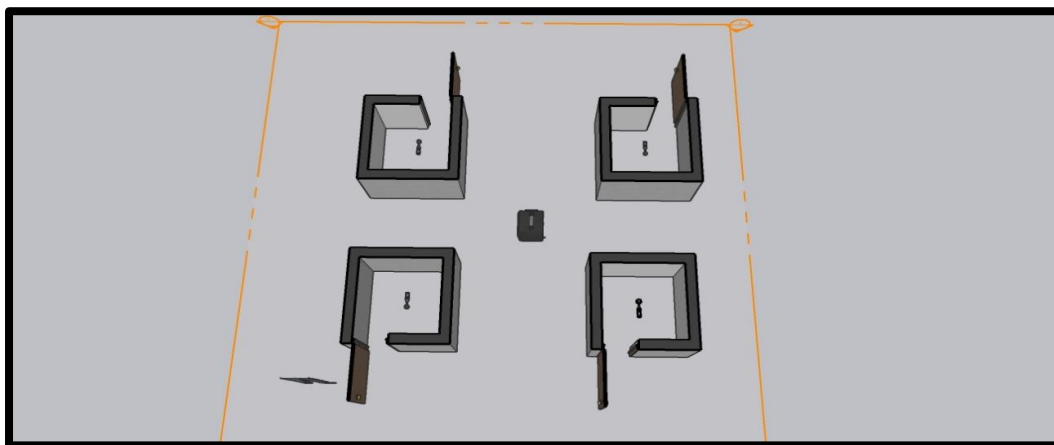


**Fig. 8:** Ubicación de los módulos que se tarrajearan con el mortero tradicional y con los morteros con lana de vidrio al 5%, 10% y 15%

**Fuente:** Propia

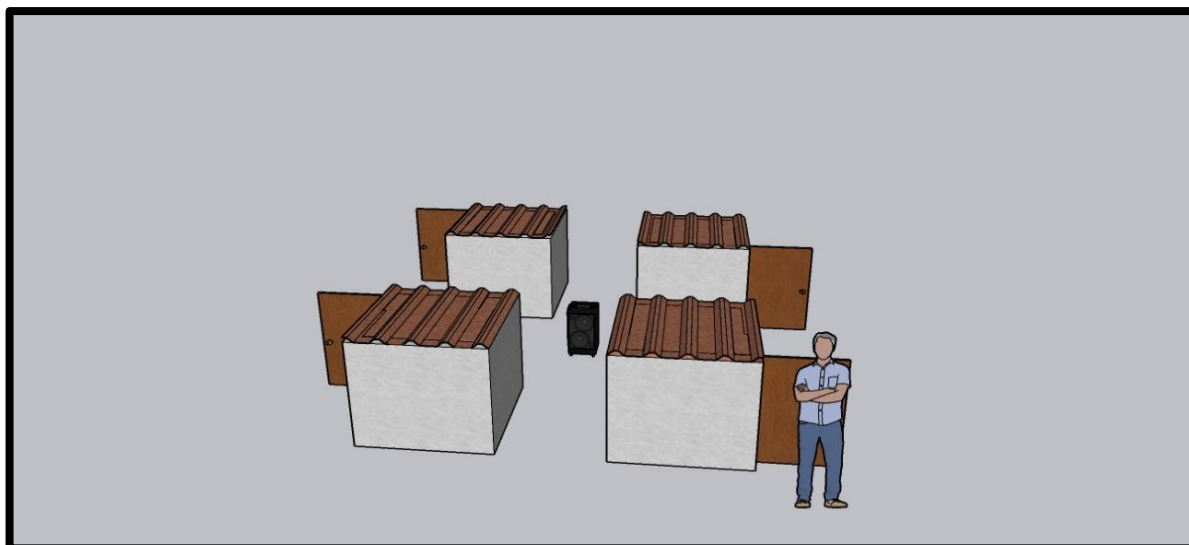
### Posicionamiento del parlante y del sonómetro para la evaluación del nivel de ruido:

El altavoz se colocará en la ubicación externa y central de los cuatro ambientes, mientras que el sonómetro se situará en la posición interna y central de cada uno. De esta manera, se evaluará el aislamiento acústico en el interior de los espacios, considerando el revestimiento de los muros con mortero al que se ha incorporado un porcentaje de lana de vidrio, junto con la muestra de referencia.



**Fig. 9:** Ubicación de los recintos para probar el mortero patrón y el mortero con lana de vidrio

**Fuente:** Propia



**Fig. 10:** Modelado 3D de los módulos a construir

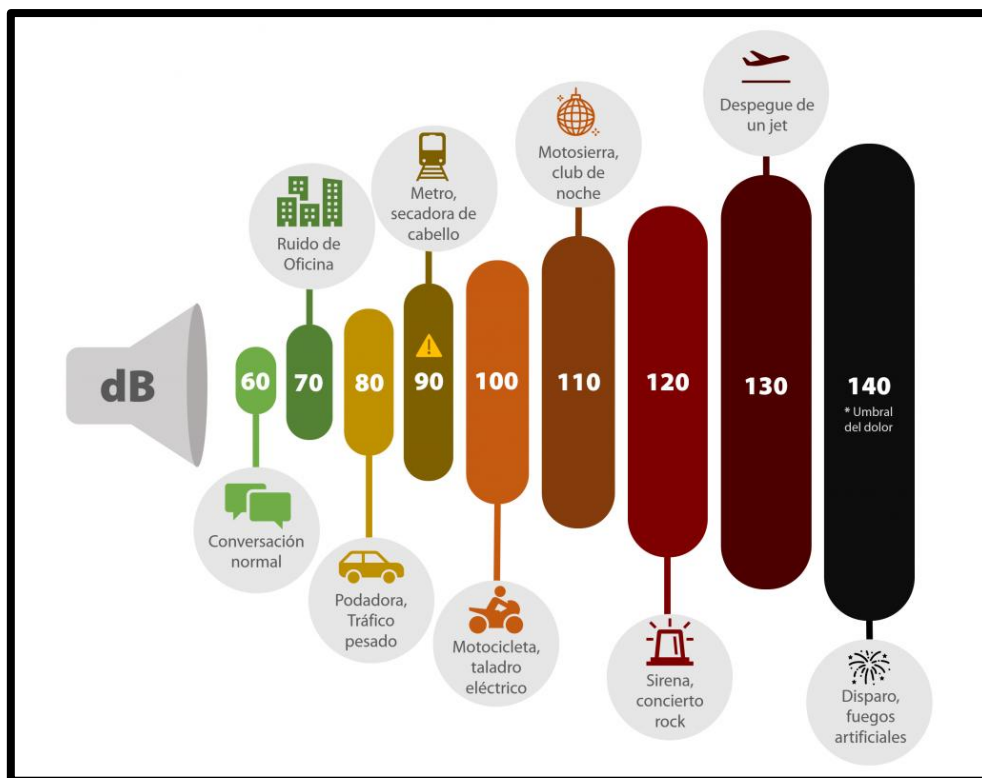
**Fuente:** Propia

### **Técnicas de Recolección de Datos**

Se emplearon mediciones acústicas para evaluar el nivel de atenuación sonora del mortero. Se utilizará un sonómetro calibrado para medir los niveles de ruido después de la aplicación del tarrajeo con mortero modificado. Además, se realizaron pruebas de laboratorio para analizar la consistencia, trabajabilidad y resistencia mecánica de las mezclas con lana.

### **Normativas a utilizar para Recolección de Datos**

El Decreto Supremo N° 227-2003-PCM nos da los parámetros de sonido que se debe registrar en las lecturas del sonómetro para realizar el monitoreo acústico, además la NTP-ISO1996-1:2007, descripción, medición y valoración del ruido ambiental Parte 1: índices básicos y procedimiento de evaluación y la NTP-ISO1996-2:2008, descripción, medición y valoración del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.



**Fig. 11:** Niveles de espectro audible

**Fuente:** Grupo Microanálisis

**Tabla 2:** Tiempo de exposición permitido para niveles de ruido según diferentes estándares internacionales

Estándares internacionales	Tiempo de exposición (min)					
	75 dB(A)	85 dB(A)	90 dB(A)	100 dB(A)	105 dB(A)	115 dB(A)
<b>OSHA: Administración de Seguridad y Salud Ocupacional</b>	>24h	960	480	120	60	15
<b>NIOSH: Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional</b>	>24h	480	151	15	4,5	0,5
<b>OMS y EPA: Agencia de Protección Ambiental</b>	480	47,5	15	15	0,5	0

**Fuente:** Extraído de Ghotbi et al. (2011: s/p).

## Procedimientos

Preparación de las mezclas: Se elaboraron tres tipos de mortero con diferentes proporciones de lana (5%, 10% y 15%) manteniendo constantes los demás componentes.

## **1. Preparación del Equipamiento**

Sonómetro: Las mediciones se tomarán mediante un sonómetro digital.

Aislamiento Acústico: Se preparó las muestras de mortero que evaluarán, verificando que tengan las dimensiones y condiciones necesarias para la prueba.

## **2. Condiciones de control del ruido ambiental y la humedad**

El ensayo acústico se llevó a cabo en una vivienda situada en una zona periférica, donde los niveles de ruido ambiental son reducidos, lo que permitió obtener mediciones más estables y representativas.

Con el propósito de evitar la influencia de factores externos, las evaluaciones se realizaron en horarios de poca actividad, sin presencia de tránsito vehicular ni de fuentes sonoras cercanas, disminuyendo así la interferencia del entorno.

De igual manera, durante cada ensayo se procuró mantener condiciones ambientales similares, evitando cambios notorios en la temperatura y la humedad que pudieran alterar la propagación del sonido. Las mediciones se efectuaron en periodos cortos y bajo condiciones repetibles, lo que contribuyó a asegurar la consistencia de los resultados obtenidos.

## **3. Medición del Sonido**

### **a. Prueba de Transmisión de Sonido**

Fuente de Sonido: Utilizando una fuente de sonido constante y conocida.

Posicionamiento: Coloca el sonómetro a una distancia fija y específica en los ambientes a escala

Medición: Se registra el nivel de presión sonora (en decibelios, dB) con el sonómetro mientras la fuente de sonido está activa.

### **b. Medición de Ruido de Fondo**

Ruido Ambiental: Se medirá el nivel de ruido ambiental en la misma ubicación. Esto dará un valor de referencia para calcular el aislamiento acústico.

## **4. Cálculo del Aislamiento Acústico**

Para calcular el aislamiento acústico del mortero, se usará la siguiente fórmula:

$$R=L1 - L2$$

Donde:

$R$  = Índice de Reducción Sonora Aparente (dB)

$L_1$  = Nivel de presión sonora medido con la fuente activa (dB)

$L_2$  = Nivel de presión sonora del ruido ambiental (dB)

## 5. Interpretación de Resultados

Un mayor valor de  $R$  indica un mejor aislamiento acústico.

## 6. Repetición y Promedio

Para obtener resultados más precisos, se repetirá las mediciones varias veces y se calcula el promedio de tus resultados.

### Análisis del agregado

#### Gravedad específica y absorción de agregados finos (NTP 400.022)

- Colocar en el frasco una muestra de 500 g de material preparado, completar parcialmente con agua a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C hasta llegar al nivel de 500 cm<sup>3</sup>. Agitar el frasco.
- Eliminar burbujas de aire de forma manual o mediante un proceso mecánico.
- Girar, voltear y agitar el frasco manualmente para asegurar la eliminación completa de las burbujas de aire.
- Nota 1. Normalmente, entre 15 a 20 minutos son necesarios para eliminar las burbujas de aire.
- Mecánicamente, eliminar las burbujas de aire por medio de vibración externa, asegurándose de no afectar la integridad de la muestra.
- Una vez eliminadas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del frasco y su contenido a  $23 \pm 2$  °C, y llenar el frasco hasta su capacidad calibrada. Determinar el peso total del frasco, la muestra y el agua.
- Retirar el agregado fino del frasco, secarlo en la estufa a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, hasta alcanzar un peso constante, enfriarlo a temperatura ambiente por  $\frac{1}{2}$  a  $1 \frac{1}{2}$  hora y determinar el peso.



**Fig. 12:** *Peso de la muestra del agregado fino saturada seca*  
**Fuente:** *Propia*



**Fig. 13:** *Peso fiola + Agua destilada*  
**Fuente:** *Propia*



*Fig. 14: Peso muestra del agregado fino + Agua + fiola*

*Fuente: Propia*



*Fig. 15: Peso seco del agregado fino*

*Fuente: Propia*

## Ensayos del mortero

### Fluidez de morteros de cemento hidráulico (mesa flujo) (MTC E616)

- Pesar  $650 \text{ g} \pm 0,1 \text{ g}$  de cemento.
- Verter toda el agua (agua desionizada o destilada, de no disponer puede ser agua potable limpia) en el recipiente de mezclado.
- Añadir el cemento al agua y dejar que se absorba durante 30 segundos.
- Encender la mezcladora y agitar a baja velocidad ( $140 \text{ rpm} \pm 5 \text{ rpm}$ ), durante 30 segundos.
- Apagar la mezcladora durante 15 segundos, aprovechar este tiempo para raspar la pasta adherida a las paredes del recipiente e incorpora al resto de la pasta.
- Volver a encender la mezcladora, nuevamente, velocidad media ( $285 \text{ rpm} \pm 10 \text{ rpm}$ ) y continuar mezclando durante 1 minuto hasta obtener la pasta homogénea.

- **Llenado del molde**

Limpiar y secar la superficie de la mesa de flujo, colocar el molde en el centro, verter una capa de mortero de unos 25 mm (1") de grosor en el molde y compactar con 20 golpes del compactador, distribuidos uniformemente; llenar el molde por completo con una segunda capa de mortero y proceder de igual forma que en la primera capa. La presión del compactador debe ser suficiente para garantizar el llenado uniforme del molde, retirando el exceso de mortero de la capa superior y alisando la superficie con una espátula.

- **Determinación de la fluidez**

Una vez lleno el molde, limpiar y secar la mesa, asegurándose de eliminar el agua que rodea la base del molde. Un minuto después de finalizar el proceso de mezcla, retirar el molde levantándolo e inmediatamente dejar caer la mesa de flujo desde una altura de 12,7 mm ( $\frac{1}{2}$ ") realizando 25 caídas en 15 segundos. Luego, medir el diámetro de la base del mortero en al menos cuatro puntos equidistantes y calcular el diámetro promedio.

## Cálculo de la densidad de la lana de vidrio

### Botella de Le Chatelier



*Fig. 16: Peso fiola + nafta*

*Fuente: Propia*



*Fig. 17: Peso fiola + nafta + lana de vidrio*

*Fuente: Propia*

**Densidad de la lana**

<b>Peso fiola + nafta</b>	327.20 gr
<b>Peso fiola + nafta + muestra</b>	345.10 gr
<b>Peso lana</b>	17.90 gr
<b>Volumen desplazado</b>	21.40 ml

*Densidad*                      **0.836**  
*gr/cm<sup>3</sup>*

**1. Cálculo de fluidez****Relación 1:3**

Fluidez = 140%

**Relación 1:4**

Fluidez = 115% OK

**Relación 1:5**

Fluidez = 130%

**Diseño de mezcla de mortero**

El diseño del mortero se basó en la NTP 399.610, usando una proporción 1:4 de cemento y arena, adecuada para tarrajeo. La relación agua/cemento se ajustó para lograr una mezcla manejable y cohesionada, sin afectar su resistencia [28].

*Tabla 3: Características de los materiales*

<b>Material</b>	<b>Peso Volumétrico</b>	<b>Peso Específico</b>	<b>%Absorción</b>	<b>a/c</b>
<b>Cemento</b>	2315.00	3.15	-	0.60
<b>Arena</b>	1486.51	2.24	6.70%	

*Datos obtenidos de los agregados tras ensayos de laboratorio*

*Fuente: Propia*

**1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)**

$$V.L. = 0.335 \text{ m}^3$$

**2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)****a. Peso de agua**

$$W_w = 25.5$$

**b. Volumen de agua**

$$V_w = 0.026 \text{ m}^3$$

**c. Volumen de cemento**

$$V_c = 0.013 \text{ m}^3$$

**d. Volumen de lechada**

$$V.L. = 0.039 \text{ m}^3$$

**3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)**

$$V_c = 0.116 \text{ m}^3$$

$$V_w = 0.219 \text{ m}^3$$

$$V.L. = 0.335 \text{ m}^3$$

**4. Peso de los materiales (1m<sup>3</sup>)**

$$V_{ar} = 0.665 \text{ m}^3$$

**a. Peso de cemento**

$$W_c = 365.34 \text{ Kg}$$

**b. Peso de arena**

$$W_{ar} = 1486.51 \text{ Kg}$$

**c. Peso de agua**

$$W_w = 219.20 \text{ Kg}$$

$$W_w = 219.20 \text{ L}$$

**5. Corrección por absorción**

$$W_{wabs} = 99.64 \text{ Kg}$$

$$W_{wabs} = 99.64 \text{ L}$$

$$W_w = 318.84 \text{ L}$$

**6. Proporción de materiales**

Cemento 1

Arena 4

## Diseño de mezcla de mortero con adición de lana de lana de vidrio

### ➤ 5% de lana de vidrio

*Tabla 4: Características de los agregados para adición 5%*

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	3.15	-	0.60
Arena	1486.51	2.24	6.70%	
Lana	37.46	0.84	2.84%	

*Datos obtenidos de los agregados tras ensayos de laboratorio*

*Fuente: Propia*

#### 1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)

$$V.L. = 0.335 \text{ m}^3$$

#### 2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)

##### a. Peso de agua

$$W_w = 25.5$$

##### b. Volumen de agua

$$V_w = 0.026 \text{ m}^3$$

##### c. Volumen de cemento

$$V_c = 0.013 \text{ m}^3$$

##### d. Volumen de lechada

$$V.L. = 0.039 \text{ m}^3$$

#### 3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)

$$V_c = 0.116 \text{ m}^3$$

$$V_w = 0.219 \text{ m}^3$$

$$V.L. = 0.335 \text{ m}^3$$

#### 4. Peso de los materiaes (1m<sup>3</sup>)

$$V_{ar} = 0.665 \text{ m}^3$$

##### a. Peso de cemento

$$W_c = 365.34 \text{ Kg}$$

##### b. Peso de agregado

$$W_{ar} = 1412.18 \text{ Kg}$$

$$W_{lana} = 27.80 \text{ Kg}$$

##### c. Peso de agua

$$W_w = 219.20 \text{ Kg}$$

$$W_w = 219.20 \text{ L}$$

#### 5. Corrección por absorción

$$W_{wabs} = 94.66 \text{ Kg}$$

$$W_{wabs} = 94.66 \text{ L}$$

$$W_w = 313.86 \text{ L}$$

#### 6. Proporción de materiales

Cemento	1
Arena	3.9
Lana	0.08

## ➤ 10% de lana de vidrio

*Tabla 5: Características del agregado para adición de 10%*

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	3.15	-	0.60
Arena	1486.51	2.24	6.70%	
Lana	37.46	0.84	2.84%	

*Datos obtenidos de los agregados tras ensayos de laboratorio*

*Fuente: Propia*

**1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)**

$$V.L. = 0.335 \text{ m}^3$$

**2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)****a. Peso de agua**

$$W_w = 25.5$$

**b. Volumen de agua**

$$V_w = 0.026 \text{ m}^3$$

**c. Volumen de cemento**

$$V_c = 0.013 \text{ m}^3$$

**d. Volumen de lechada**

$$V.L. = 0.039 \text{ m}^3$$

**3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)**

$$V_c = 0.116 \text{ m}^3$$

$$V_w = 0.219 \text{ m}^3$$

$$V.L. = 0.335 \text{ m}^3$$

**4. Peso de los materiaes (1m<sup>3</sup>)**

$$V_{ar} = 0.665 \text{ m}^3$$

**a. Peso de cemento**

$$W_c = 365.34 \text{ Kg}$$

**b. Peso de agregado**

$$W_{ar} = 1337.86 \text{ Kg}$$

$$W_{lana} = 55.61 \text{ Kg}$$

**c. Peso de agua**

$$W_w = 219.20 \text{ Kg}$$

$$W_w = 219.20 \text{ L}$$

**5. Corrección por absorción**

$$W_{wabs} = 89.68 \text{ Kg}$$

$$W_{wabs} = 89.68 \text{ L}$$

$$W_w = 308.88 \text{ L}$$

**6. Proporción de materiales**

Cemento	1
Arena	3.7
Lana	0.15

➤ **15% de lana de vidrio**

*Tabla 6: Características de los agregados para 15% de adición*

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	3.15	-	0.60
Arena	1486.51	2.24	6.70%	
Lana	37.46	0.84	2.84%	

*Datos obtenidos de los agregados tras ensayos de laboratorio*

*Fuente: Propia*

**1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)**

$$V.L. = 0.335 \text{ m}^3$$

**2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)**

**a. Peso de agua**

$$W_w = 25.5$$

**b. Volumen de agua**

$$V_w = 0.026 \text{ m}^3$$

**c. Volumen de cemento**

$$V_c = 0.013 \text{ m}^3$$

**d. Volumen de lechada**

$$V.L. = 0.039 \text{ m}^3$$

**3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)**

$$V_c = 0.116 \text{ m}^3$$

$$V_w = 0.219 \text{ m}^3$$

$$V.L. = 0.335 \text{ m}^3$$

**4. Peso de los materiales (1m<sup>3</sup>)**

$$V_{ar} = 0.665 \text{ m}^3$$

**a. Peso de cemento**

$$W_c = 365.34 \text{ Kg}$$

**b. Peso de agregado**

$$W_{ar} = 1263.53 \text{ Kg}$$

$$W_{lana} = 83.41 \text{ Kg}$$

**c. Peso de agua**

$$W_w = 219.20 \text{ Kg}$$

$$W_w = 219.20 \text{ L}$$

**5. Corrección por absorción**

$$W_{wabs} = 84.70 \text{ Kg}$$

$$W_{wabs} = 84.70 \text{ L}$$

$$W_w = 303.90 \text{ L}$$

**6. Proporción de materiales**

Cemento	1
Arena	3.5
Lana	0.23

### **Mezcla mecánica de pastas de cemento y mortero de consistencia plástica (MTC E611)**

- **Para la preparación de morteros**
- Colocar la mezcladora en posición operativa (limpiando la paleta y el recipiente) y proceder de la siguiente manera:
- Verter el agua de mezcla en el recipiente.
- Añadir el cemento al agua y mezclar a baja velocidad ( $140 \pm 5$  rpm) durante 30 segundos.
- Incorporar lentamente toda la arena en un lapso de 30 segundos, mientras la mezcladora funciona a baja velocidad.
- Detener la mezcladora, ajustar a velocidad alta ( $285 \pm 10$  rpm) y continuar mezclando durante 30 segundos.
- Apagar la mezcladora durante 90 segundos. En los primeros 15 segundos de este período, raspar rápidamente hacia el fondo el mortero que se haya adherido a las paredes del recipiente. Durante el resto del tiempo, cubrir el recipiente.
- Finalmente, mezclar a velocidad alta ( $285 \pm 10$  rpm) durante 60 segundos. En caso de que sea necesario remezclar el mortero, retirar previamente el material adherido a las paredes de la mezcladora antes de iniciar el nuevo ciclo de mezcla.

### **Control de homogeneidad de la mezcla con incorporación de fibras**

Para evitar que la mezcla presentara zonas desiguales o acumulaciones de fibras, primero se realizó una separación previa de la lana de vidrio. Luego, el material se incorporó de manera gradual a la mezcla seca de cemento y arena, buscando una distribución inicial más uniforme. El mezclado se efectuó de forma mecánica, manteniendo constantes tanto el tiempo como la velocidad, lo que ayudó a dispersar adecuadamente las fibras dentro del mortero. De esta manera, se redujo la formación de grumos y se logró una mezcla homogénea en todas las muestras preparadas.



*Fig. 18: Proceso de mezclado de mortero y llenado de cubos*

*Fuente: Propia*

### **Compresión de morteros de cemento hidráulico (MTC E609)**

- Sacar de la cámara húmeda los cubos a ensayar después de 24 horas, cubriéndolos con un paño húmedo mientras se trasladan a la máquina. Los demás cubos deben retirarse del tanque de almacenamiento uno por uno y probarse de inmediato. Todos los cubos se ensayarán dentro de las siguientes tolerancias temporales: a las 24 horas  $\pm$  ½ hora; a los 3 días  $\pm$  1 hora; a los 7 días  $\pm$  3 horas; y a los 28 días  $\pm$  12 horas.
- Los cubos deben limpiarse y secarse, eliminando cualquier arena suelta o incrustaciones en las superficies que estarán en contacto con los bloques de la máquina de ensayo. Se debe verificar con una regla que las caras estén perfectamente planas. Colocar el espécimen con cuidado en la máquina, asegurándose de que esté centrado debajo del bloque superior y comprobando, antes de realizar cada prueba, que la rótula gire libremente en cualquier dirección. No se utilizarán amortiguadores entre el cubo y los bloques de carga.
- Cuando se espera que el cubo soporte una carga máxima superior a 13,3 kN (3000 lbf), se aplicará una carga inicial igual a la mitad del valor estimado, a una velocidad adecuada. Si se prevé que la carga sea inferior a 13,3 kN (3000 lbf), no se aplicará carga inicial al cubo. La velocidad de aplicación de la carga se calculará de manera que el esfuerzo restante para romper los cubos con resistencia mayor a 13,3 kN (3000 lbf), o

la carga total en los demás cubos, se aplique sin interrupción en un tiempo comprendido entre 20 y 80 segundos desde el inicio de la carga. No se realizarán ajustes a la máquina mientras dure el ensayo.



**Fig. 19:** Medición promedio de cubos de mortero

**Fuente:** Propia



**Fig. 20:** Carga de rotura en prensa hidráulica

**Fuente:** Propia



*Fig. 21: Cubo de mortero fallado tras carga*  
*Fuente: Propia*

### **Proceso de elaboración de modelos para medición de sonido**

1. Se habilita el terreno donde se desarrollará la investigación.



*Fig. 22: Limpieza de terreno*  
*Fuente: Propia*

2. Se procede a realizar el trazo de los ambientes utilizando cordel y wincha.



*Fig. 23: Nivelación y trazo para la construcción de módulos a escala*

*Fuente: Propia*

3. Se nivela el terreno con la construcción de la losa de piso donde se edificarán los módulos.



*Fig. 24: Preparación del concreto ciclópeo para la losa de piso*

*Fuente: Propia*

4. Se procede a realizar el asentado de ladrillo que es donde se procederá a tarrajar con el mortero patrón y adicionado.



**Fig. 25:** Asentado de ladrillo. Se usó ladrillo 18H, cemento Fortimax Pacasmayo y arena amarilla

**Fuente:** Propia

5. Módulos (cuatro) que serán utilizados para probar la investigación y determinar la eficiencia acústica del de los morteros con lana de vidrio.



**Fig. 26:** La junta horizontal fue de 1.5cm y la vertical de 1.5cm y con asentado tipo sogá

**Fuente:** Propia

6. Se procede a preparar los materiales a utilizar en el mortero.



**Fig. 27:** Preparación de arena fina para tarrajeo y adición de lana de vidrio  
**Fuente:** Propia

7. La mezcla a utilizar es 1:4 para un espesor de 1.5cm.



**Fig. 28:** Se realizo el mezclado de los agregados para mortero junto con la lana de vidrio en un trompo mezclador para que se realice de manera homogénea  
**Fuente:** Propia

8. Proceso de tarrajeo con mortero patrón y adicionado.



**Fig. 29:** Se pusieron las cuñas de espesor para controlar un correcto tarrajeo  
**Fuente:** Propia

9. Para culminar el proceso de techo se utilizó calamina, y triplay fenólico para los acabados de los módulos.



**Fig. 30:** Módulos tarrajeados con mortero patrón y con mortero con lana de vidrio al 5%, 10% y 15%

**Fuente:** Propia

## Resultados y discusión

### 1. Contenido de humedad (%)

Muestra natural (M1)	535.78
Muestra seca (M2)	514.94
Contenido de humedad	4.05%

### 2. Peso Volumétrico Suelto

Peso molde	5050
Volumen molde	0.00157
Peso molde + muestra 1	7390
Peso muestra 1	2340
Peso molde + muestra 2	7380
Peso muestra 2	2330
Peso Volumétrico Suelto	1486.51

**3. Peso Volumétrico Compactado**

Peso molde	5050
Volumen molde	0.00157
Peso molde + muestra 1	7670
Peso muestra 1	2620
Peso molde + muestra 2	7670
Peso muestra 2	2620
Peso Volumétrico Compactado	1667.94

**4. Gravedad Específica**

Peso arena seca	468.59
Peso fiola + Agua	641.75
Peso fiola + agua + arena	900.77
Peso específico	2.24

**5. Grado de absorción**

Muestra Saturada SS (M1)	500.00
Muestra seca (M2)	468.59
Grado de absorción	6.70%

**1. Contenido de sales**

Peso briquet	49.48
Peso briquet + agua + sal	99.60
Peso briquet + sal	49.60
Peso sal	0.12
Peso agua	50.00
Porcentaje de sal	0.24%

## 2. Ensayo de flujo

### Cálculo de fluidez

Relación 1:3

Fluidez = 140%

Relación 1:4

Fluidez = 115% OK

Relación 1:5

Fluidez = 130%

## 3. Ensayo de compresión

*Tabla 7: Resistencia a la compresión 3 días*

	Patrón	5%	10%	15%
<b>Carga</b>	1580.00	1330.00	1350.00	1240.00
<b>Lado Prom</b>	5.018	4.967	5.068	5.002
<b>Área</b>	25.18	24.67	25.68	25.02
<b>3d</b>	62.75	55.53	52.56	49.56

Se realizó la rotura de cubos de 5cm de lado y se hicieron las lecturas respectivas

*Fuente: Propia*

*Tabla 8: Resistencia a la compresión 7 días*

	Patrón	5%	10%	15%
<b>Carga</b>	1666.67	1650.00	1500.00	1320.00
<b>Lado Prom</b>	5.03	5.34	5.11	5.06
<b>Área</b>	25.30	28.52	26.11	25.60
<b>7d</b>	65.87	57.86	57.44	51.56

Se realizó la rotura de cubos de 5cm de lado y se realizó las lecturas correspondientes

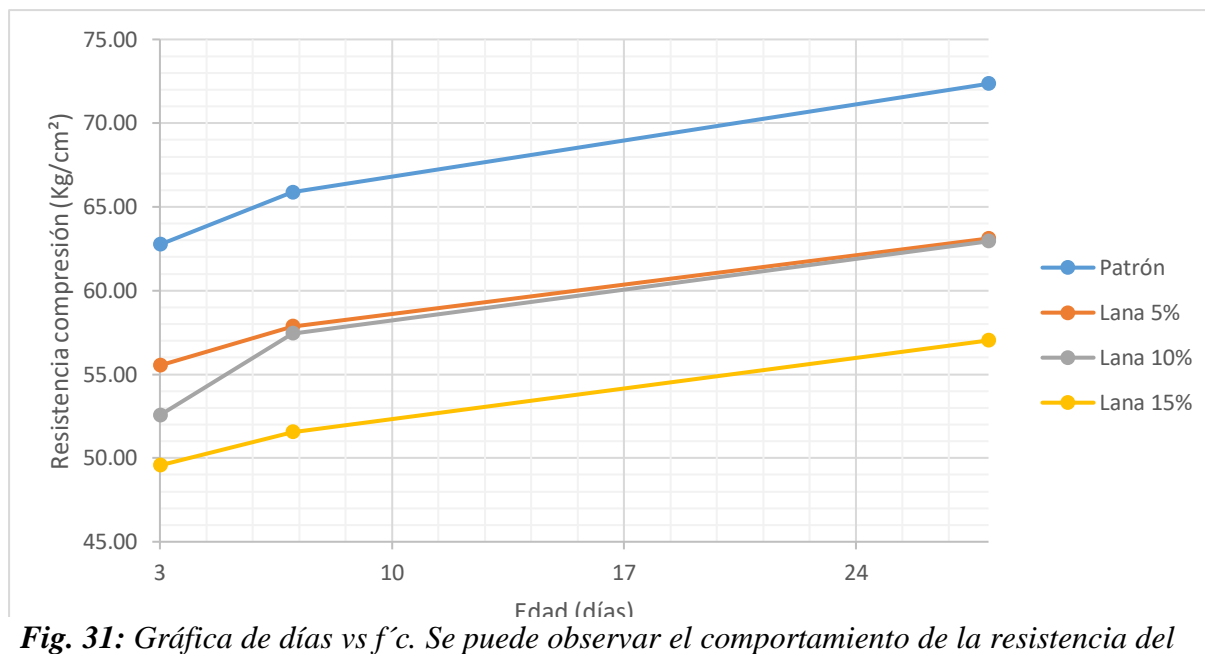
*Fuente: Propia*

*Tabla 9: Resistencia a la compresión 28 días*

	Patrón	5%	10%	15%
<b>Carga</b>	1780.00	1700.00	1650.00	1460.00
<b>Lado Prom</b>	4.96	5.19	5.12	5.06
<b>Área</b>	24.60	26.94	26.21	25.60
<b>28d</b>	72.35	63.11	62.94	57.02

Se realizó la rotura de cubos de 5cm de lado y se realizó las lecturas correspondientes

*Fuente: Propia*



**Fig. 31:** Gráfica de días vs  $f'c$ . Se puede observar el comportamiento de la resistencia del mortero, que conforme aumenta la lana de vidrio disminuye la resistencia.

**Fuente:** Propia

#### 4. Lecturas del sonómetro

Se realizaron mediciones durante 3 días consecutivos, en diferentes horarios (1:00 a.m., 5:00 a.m., 7:00 a.m. y 11:00 a.m.), para luego promediar las lecturas tomadas con el sonómetro para cada tipo de mortero dentro de los módulos previamente construidos, con ello se obtuvo lo siguiente datos:

**Tabla 10:** Lecturas con el sonómetro por días

DÍA	HORA	MODULO	LECTURA (dBA)	
			MAX.	MIN
20/11/2024	1:00 a.m	PATRON	67.80	61.30
		5%	67.60	52.20
		10%	66.70	62.60
		15%	64.40	59.60
20/11/2024	5:00 a.m	PATRON	66.70	61.70
		5%	67.60	59.80
		10%	69.80	59.90
		15%	66.60	58.00
20/11/2024	7:00 a.m	PATRON	69.40	61.60
		5%	67.20	60.50
		10%	65.70	60.50
		15%	64.60	58.70
20/11/2024	11:00 a.m	PATRON	70.10	60.60

		5%	69.00	64.00
		10%	64.70	60.40
		15%	64.80	58.50
21/11/2024	1:00 a.m	PATRON	68.90	63.50
		5%	68.80	61.80
		10%	66.30	58.30
		15%	64.80	60.30
21/11/2024	5:00 a.m	PATRON	68.90	64.20
		5%	68.70	62.20
		10%	67.60	59.40
		15%	65.30	60.30
21/11/2024	7:00 a.m	PATRON	69.00	64.10
		5%	68.10	61.80
		10%	65.20	59.30
		15%	64.40	61.00
21/11/2024	11:00 a.m	PATRON	69.60	64.90
		5%	69.10	61.80
		10%	67.40	59.20
		15%	65.30	60.60
22/11/2024	1:00 a.m	PATRON	69.70	63.60
		5%	67.70	63.30
		10%	67.30	62.10
		15%	67.80	61.60
22/11/2024	5:00 a.m	PATRON	68.10	64.20
		5%	67.30	61.90
		10%	66.60	60.00
		15%	67.70	58.60
22/11/2024	7:00 a.m	PATRON	67.90	64.60
		5%	67.30	62.50
		10%	67.00	60.50
		15%	66.70	59.10
22/11/2024	11:00 a.m	PATRON	68.20	60.40
		5%	67.00	63.90
		10%	67.40	62.60
		15%	65.90	58.30

*Registro de lecturas de dBA máximas y mínimas por medio del sonómetro, para los diferentes módulos, en distintos horarios y fechas.*

***Fuente: Propia***

**Tabla 11:** Promedio de lecturas por horas con sonómetro

HORA	MODULO	PROMEDIO LECTURA (dBA)		EXTERIOR	
		MAX.	MIN	MAX.	MIN.
1:00 a.m	PATRON	68.80	62.80	76.50	64.50
	5%	68.03	59.10		
	10%	66.77	61.00		
	15%	65.67	60.50		
5:00 a.m	PATRON	67.90	63.37	75.30	69.60
	5%	67.87	61.30		
	10%	68.00	59.77		
	15%	66.53	58.97		
7:00 a.m	PATRON	68.77	63.43	76.40	69.50
	5%	67.53	61.60		
	10%	65.97	60.10		
	15%	65.23	59.60		
11:00 a.m	PATRON	69.30	61.97	78.20	64.60
	5%	68.37	63.23		
	10%	66.50	60.73		
	15%	65.33	59.13		

*Promedio de las lecturas registradas en los diferentes horarios, así mismo el registro de las lecturas en el exterior de los módulos.*

**Fuente:** Propia

**Tabla 12:** Promedio de lecturas con sonómetro por porcentaje de lana de vidrio

MODULO	PROMEDIO LECTURA (dBA)	
	MAX.	MIN
EXTERIOR	76.60	67.05
PATRON	68.69	62.89
5%	67.95	61.31
10%	66.81	60.40
15%	65.69	59.55

*Se realizó el promedio de todas las lecturas con el sonómetro en los distintos ambientes los cuales fueron tarrajeados con los distintos tipos de mortero con lana de vidrio, así mismo las lecturas del exterior de los módulos.*

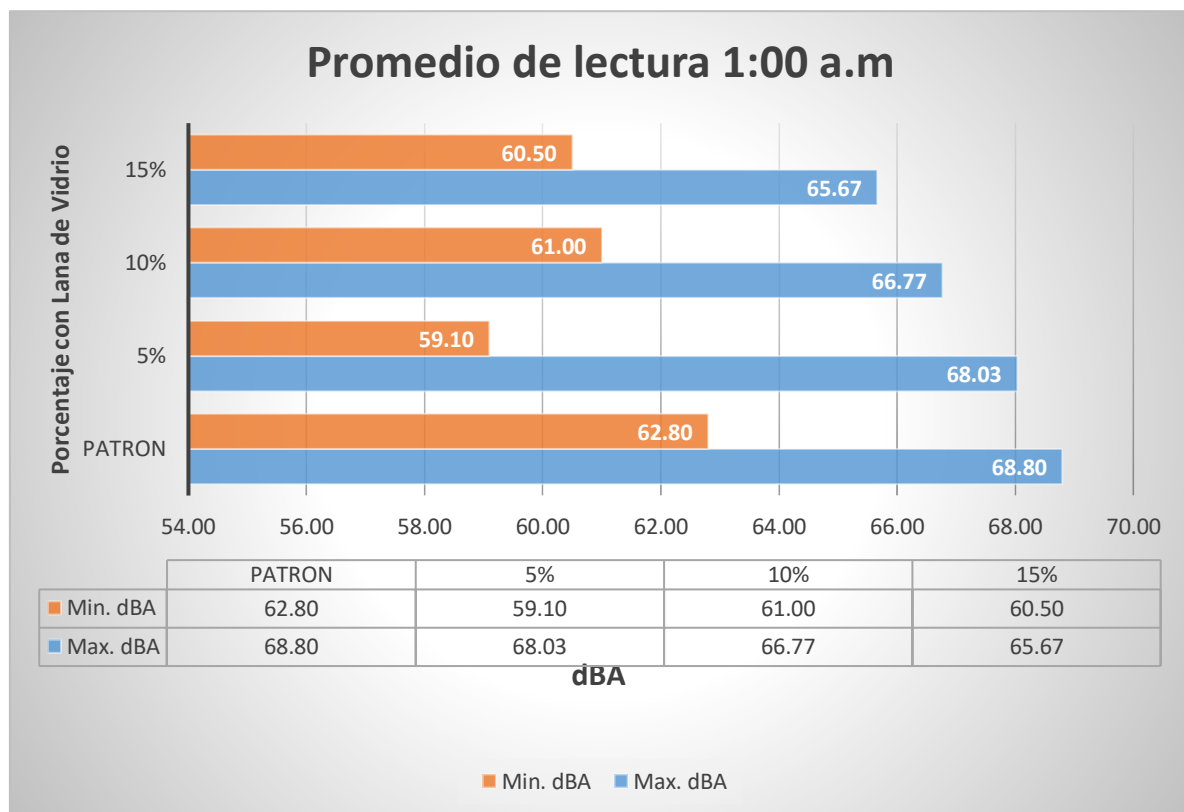
**Fuente:** Propia

**Tabla 13:** Resultados del Índice de Reducción Sonora aparente "R"

MODULO	Índice de Reducción Sonora Aparente (dB) "R"	
	MAX.	MIN
PATRON	7.91	4.16
5%	8.65	5.74
10%	9.79	6.65
15%	10.91	7.50

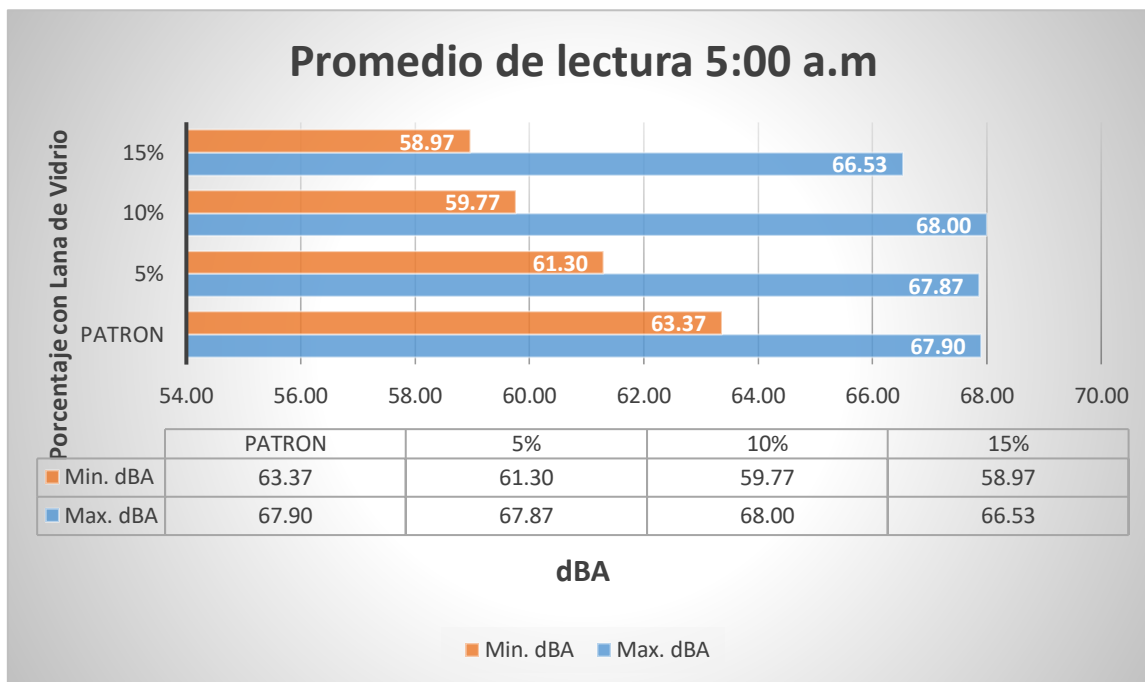
Cuadro con los valores de "R" obtenidos, donde se aprecia que el mortero con la de vidrio al 15% tiene mayor aislamiento acústico.

*Fuente: Propia*



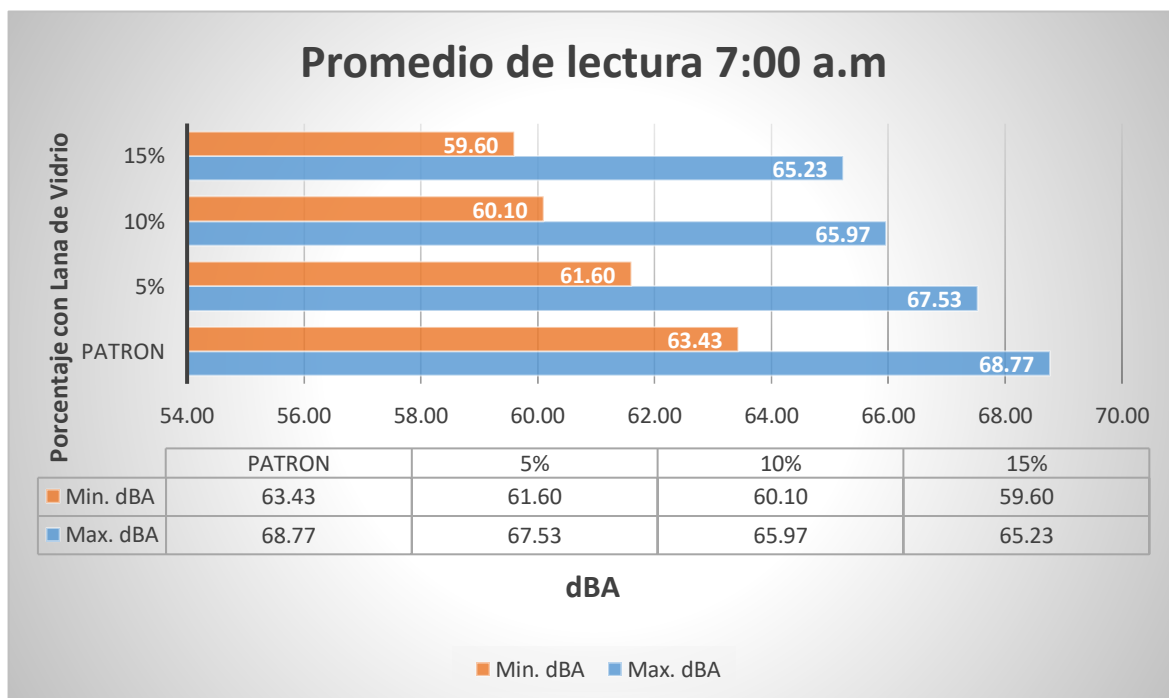
**Fig. 32:** Lectura de Promedio con sonómetro – 1:00 a.m. En el gráfico presentado se observa la reducción de dBA en comparación con la muestra patrón, la cual tiene un valor máximo de 68.80 dBA y un mínimo de 62.8 dBA. Por otro lado, la muestra con lana de vidrio al 15% muestra un valor máximo de 65.67 dBA y un mínimo de 60.50 dBA.

*Fuente: Propia*



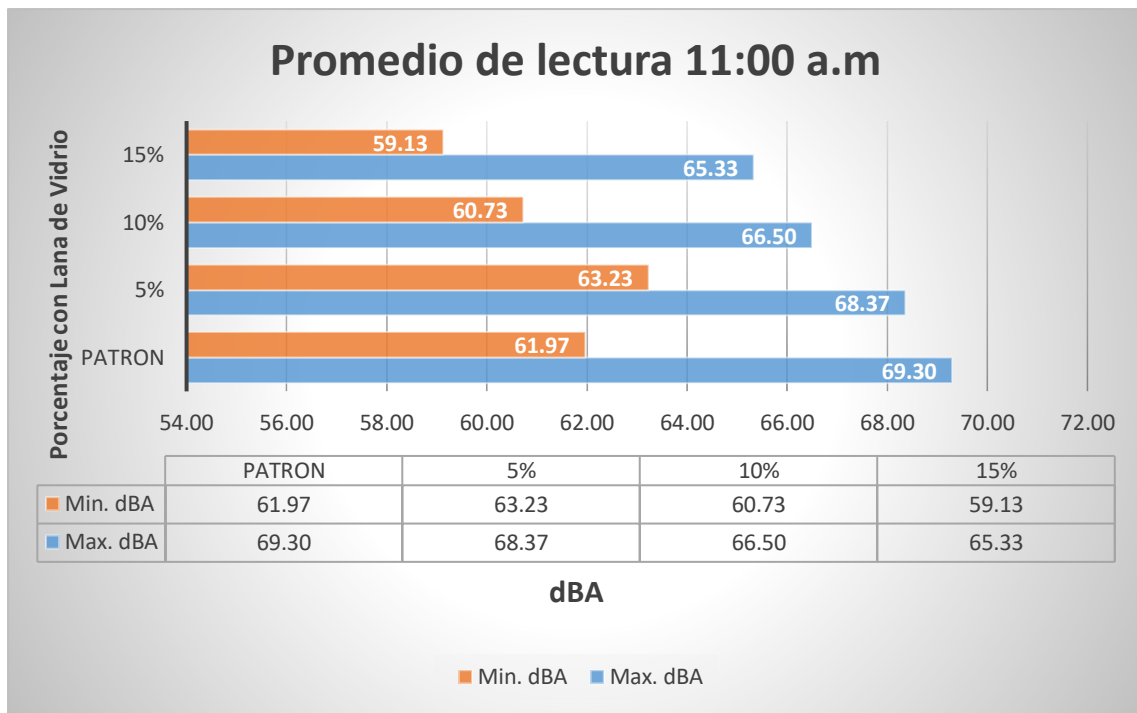
**Fig. 33:** Lectura de Promedio con sonómetro – 5:00 a.m. En el gráfico presentado se observa la reducción de dBA en comparación con la muestra patrón, la cual tiene un valor máximo de 67.90 dBA y un mínimo de 63.37 dBA. Por otro lado, la muestra con lana de vidrio al 15% muestra un valor máximo de 66.53 dBA y un mínimo de 58.97 dBA.

**Fuente:** Propia



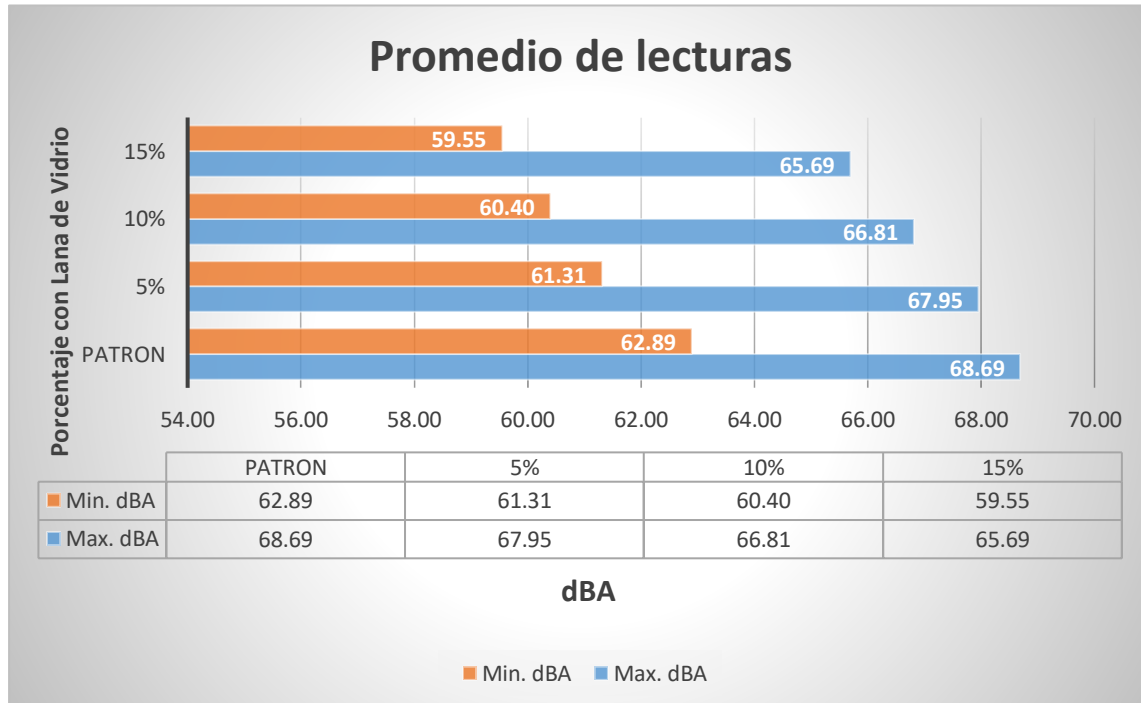
**Fig. 34:** Lectura de Promedio con sonómetro – 7:00 a.m. En el gráfico presentado se observa la reducción de dBA en comparación con la muestra patrón, la cual tiene un valor máximo de 68.77 dBA y un mínimo de 63.43 dBA. Por otro lado, la muestra con lana de vidrio al 15% muestra un valor máximo de 65.23 dBA y un mínimo de 59.60 dBA.

**Fuente:** Propia



**Fig. 35:** Lectura de Promedio con sonómetro – 11:00 a.m. En el gráfico presentado se observa la reducción de dBA en comparación con la muestra patrón, la cual tiene un valor máximo de 69.3 dBA y un mínimo de 61.97 dBA. Por otro lado, la muestra con lana de vidrio al 15% muestra un valor máximo de 65.33 dBA y un mínimo de 59.13 dBA.

**Fuente:** Propia



**Fig. 36:** Lectura de Promedio Total con sonómetro. En el gráfico presentado se observa la reducción de dBA en comparación con la muestra patrón, la cual tiene un valor máximo de 68.69 dBA y un mínimo de 62.89 dBA. Por otro lado, la muestra con lana de vidrio al 15% muestra un valor máximo de 65.69 dBA y un mínimo de 59.55 dBA.

**Fuente:** Propia

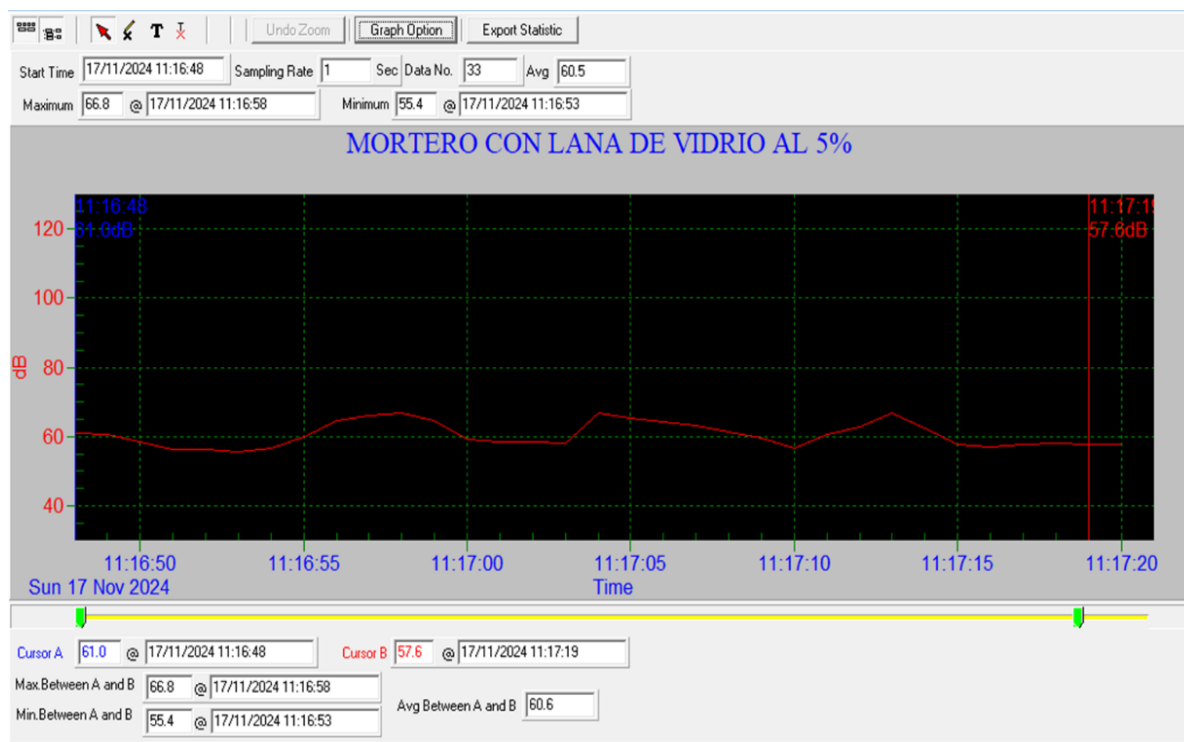
## a) Mortero tradicional



**Fig. 37:** Lectura sonómetro - Mortero Patrón

**Fuente:** Sonómetro Sper Scientific, 850013

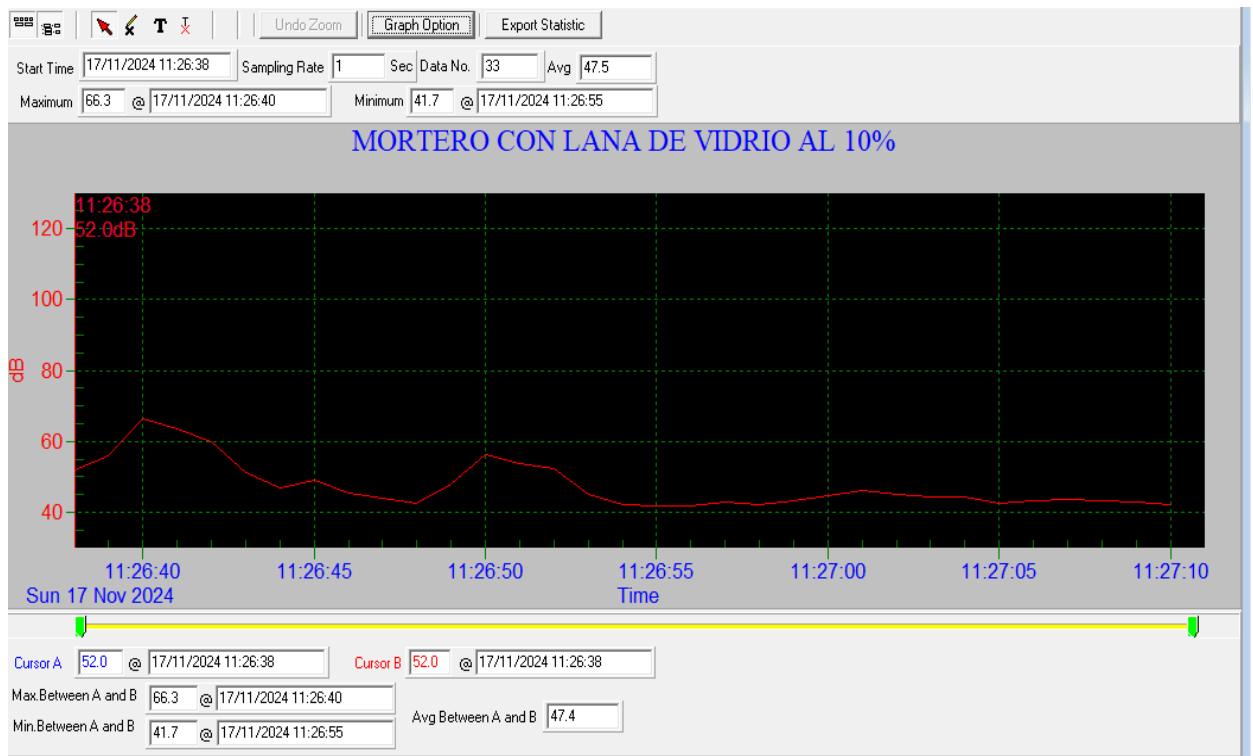
## b) Mortero con lana de vidrio 5%



**Fig. 38:** Lectura Sonómetro - Mortero con lana de vidrio al 5%

**Fuente:** Sonómetro Sper Scientific, 850013

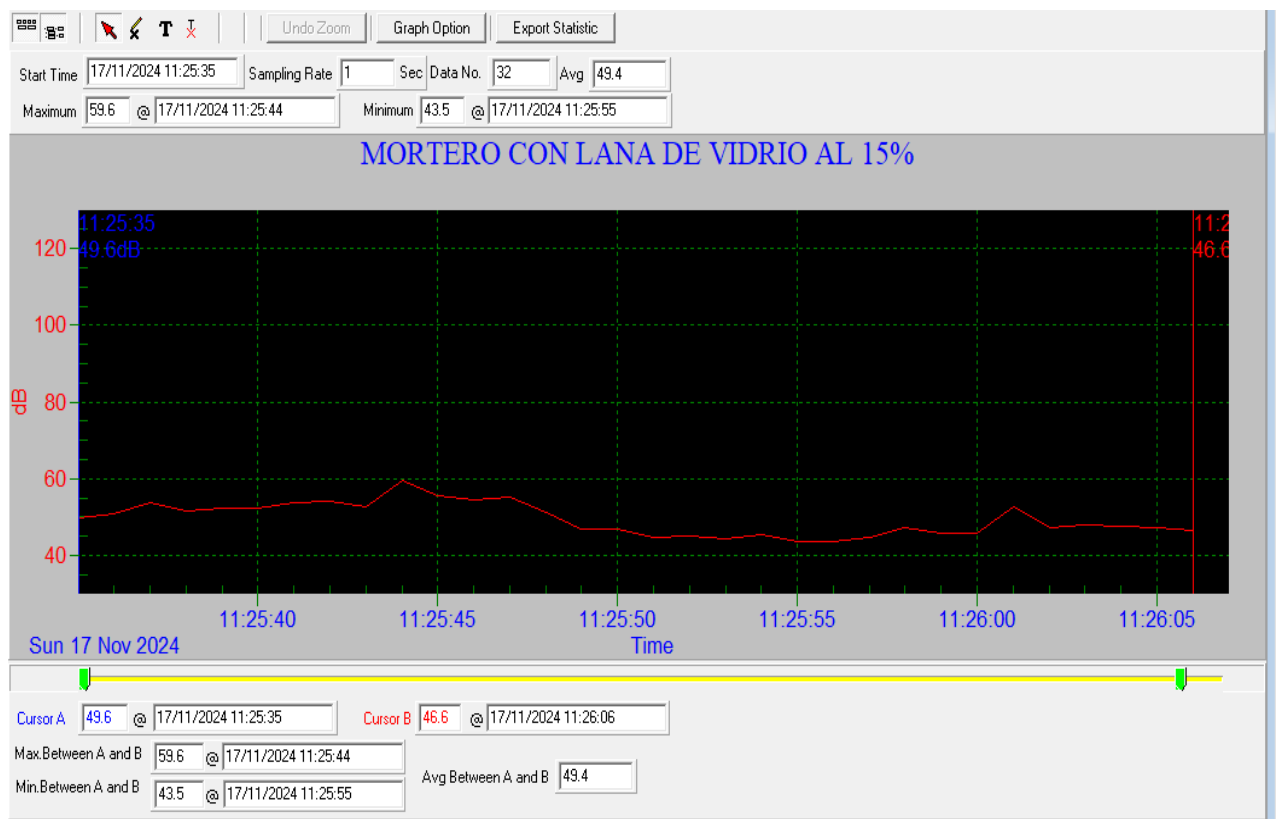
## c) Mortero con lana de vidrio 10%



**Fig. 39:** Lectura Sonómetro - Mortero con lana de vidrio al 10%

**Fuente:** Sonómetro Sper Scientific, 850013

## d) Mortero con lana de vidrio 15%



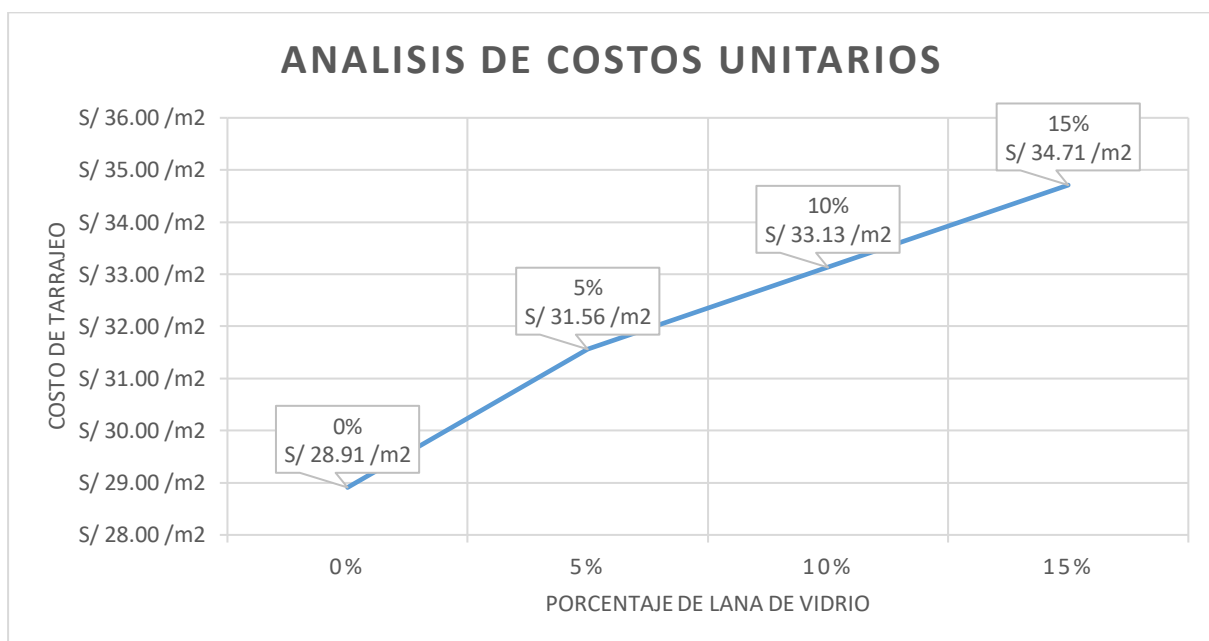
**Fig. 40:** Lectura Sonómetro - Mortero con lana de vidrio al 15%

**Fuente:** Sonómetro Sper Scientific, 850013

## 5. Análisis de variación de costos

En el análisis de variación de costos presentado en el Anexo 3, se observa una tendencia clara en relación con los costos de elaboración de los diferentes tipos de mortero. El mortero patrón, sin adicionarle lana de vidrio, tiene un costo base de S/28.91 /m<sup>2</sup>, mientras que los morteros modificados con lana de vidrio muestran incrementos progresivos en su costo a medida que aumenta el porcentaje de adición del material. En el caso del mortero con 5% de lana de vidrio, el costo es de S/31.56 /m<sup>2</sup>, lo que representa un aumento de un 9.17% respecto al patrón. Este incremento se acentúa aún más en los morteros con un 10% y 15% de lana de vidrio, cuyos costos alcanzan los S/33.13 /m<sup>2</sup> y S/34.71 /m<sup>2</sup>, respectivamente, con un aumento de 14.60% y 20.06% frente al mortero base.

Estos resultados sugieren que la incorporación de lana de vidrio al mortero, si bien puede mejorar características como la acústica, también generan un incremento en los costos de elaboración.



**Fig. 41:** Variación de precios de tarrajeo por metro cuadrado de mortero patrón con morteros con lanada de vidrio

**Fuente:** Propia

## 6. Impacto ambiental

En cuanto al impacto ambiental del mortero con lana de vidrio, según lo reflejado en el Anexo 2 a través de la Matriz de Leopold, uno de los principales efectos que se identifican son las partículas en suspensión que pueden liberarse durante el cortado de la nada de vidrio, su mezcla y aplicación. Al ser un material compuesto por fibras, la lana de vidrio tiene el potencial de liberar pequeñas partículas al aire, lo que podría generar un aumento en la concentración de polvo en el entorno. Esto puede representar un riesgo para la salud de quienes trabajan directamente con el material, así como para las personas cercanas al área de trabajo, especialmente en espacios cerrados y mal ventilados. La Matriz de Leopold clasifica este impacto como de "moderada" gravedad, reconociendo que, aunque no se considera una amenaza inmediata para el medio ambiente, sí existe un riesgo potencial a largo plazo para la salud si no se controlan adecuadamente estas emisiones.

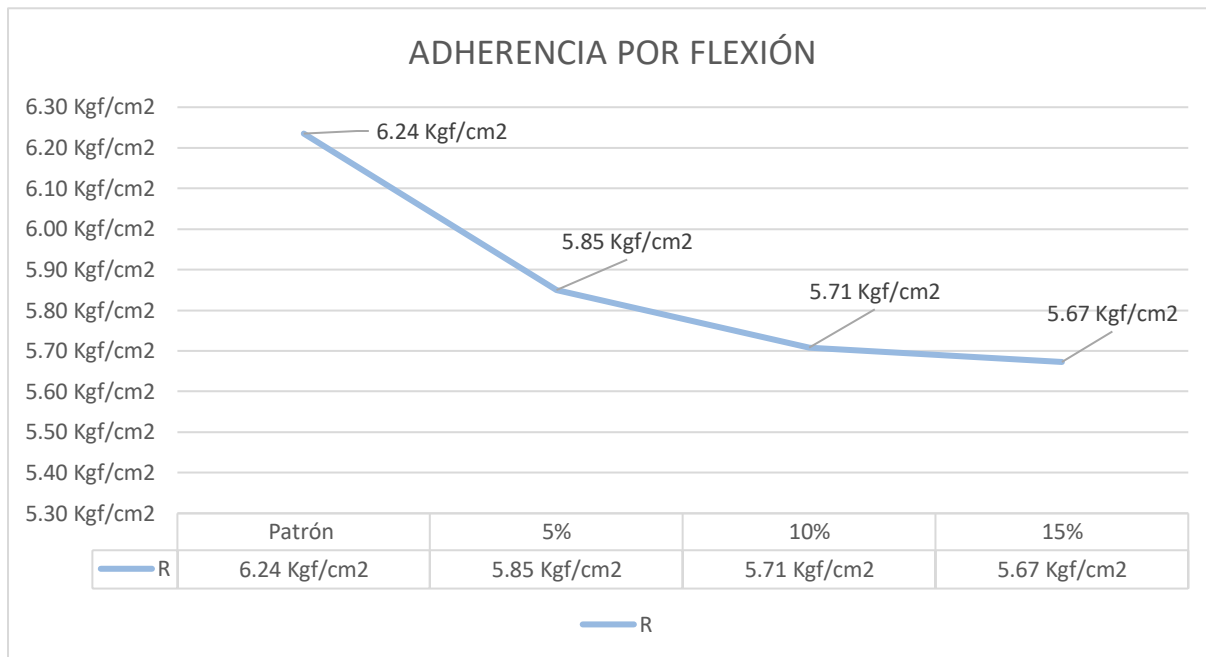
## 7. Ensayo de Adherencia del mortero

*Tabla 14: Resultados de ensayo de Adherencia*

Muestras	L (cm)	b (cm)	d (cm)	Carga Aplicada P (Kgf)	Módulo de área bruta de rotura Ra (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Promedio Ra Kgf/cm <sup>2</sup> )
Patrón	16.5	11.5	9	467	6.20	6.24
	16.5	11.5	9	471	6.26	
	16.5	11.5	9	470	6.24	
Lana de vidrio al 5%	16.5	11.5	9	438	5.82	5.85
	16.5	11.5	9	443	5.89	
	16.5	11.5	9	440	5.85	
Lana de vidrio al 10%	16.5	11.5	9	430	5.71	5.71
	16.5	11.5	9	432	5.74	
	16.5	11.5	9	427	5.67	
Lana de vidrio al 15%	16.5	11.5	9	430	5.71	5.67
	16.5	11.5	9	425	5.65	
	16.5	11.5	9	426	5.66	

*Promedio de lectura al realizar el ensayo de adherencia del mortero patrón y los morteros con lana de vidrio*

*Fuente: Propia*



**Fig. 42:** Resultado del ensayo de adherencia del mortero patrón y morteros con lana de vidrio

**Fuente:** Propia

## **DISCUSIONES**

### **Resistencia a la compresión**

Correspondiente al objetivo específico de “evaluar la resistencia a la compresión del mortero propuesto con el 5%, 10% y 15% de lana de vidrio”, los ensayos de compresión realizados mostraron que el mortero patrón alcanzó la mayor resistencia a los 28 días, con un valor de 64.22 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los morteros que contenían un 5% y un 10% de lana de vidrio presentaron una ligera disminución en la resistencia, con valores de 63.11 kg/cm<sup>2</sup> y 62.94 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. El mortero con la mayor proporción de lana de vidrio (15%) mostró la resistencia más baja, alcanzando solo 57.02 kg/cm<sup>2</sup>. Estos resultados indican que, a partir del 10% de adición de lana de vidrio, el material comienza a afectar negativamente la cohesión del mortero, reduciendo su capacidad de resistir a las cargas aplicadas. Este comportamiento puede explicarse por la interferencia de las fibras de lana de vidrio con la estructura del mortero, lo que afecta su rendimiento en términos de resistencia a la compresión.

En contraste, los hallazgos de la investigación de C. Ramírez y A. Rodríguez [39], presentan resultados diferentes. En este estudio, la resistencia a los 28 días del mortero patrón fue de 216.80 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, al incorporar fibras de vidrio en concentraciones del 2% y 4%, la resistencia aumentó ligeramente, alcanzando los 216.80 kg/cm<sup>2</sup> y 219.60 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Esto sugiere que, en el caso de las fibras de vidrio utilizadas por estos autores, su presencia en proporciones bajas podría contribuir a un refuerzo positivo de la mezcla, mejorando su capacidad de compresión, lo que contrasta con los resultados obtenidos en este estudio con lana de vidrio. Es posible que la naturaleza de las fibras de vidrio o las proporciones empleadas jueguen un papel importante en estos efectos opuestos sobre la resistencia a la compresión del mortero.

### **Atenuación acústica**

Correspondiente al objetivo específico de “identificar el porcentaje de absorción de ruido del mortero incorporando lana de vidrio al 5%, 10% y 15%”, los resultados obtenidos mediante mediciones con sonómetro indican una mejora en la capacidad de atenuación sonora al incorporar lana de vidrio. El mortero con un 15% de este aditivo logró la mayor reducción de presión sonora, con un promedio de 65.69 dBA, en comparación con los 68.69 dBA registrados en el mortero patrón. Esta diferencia representa una disminución del 5.31% en los niveles de ruido percibido. Por su parte, las mezclas con 5% y 10% de lana de vidrio también mostraron un comportamiento favorable, registrando niveles de 67.95 dBA y 66.81 dBA respectivamente,

lo que evidencia un efecto progresivo en la mejora del aislamiento acústico conforme se incrementa la proporción del aditivo.

No obstante, es importante analizar estos resultados más allá de su valor numérico. La diferencia obtenida entre el mortero patrón y la mezcla con mayor porcentaje de lana de vidrio es cercana a 3 dB, lo cual, desde el punto de vista acústico, se considera una variación poco perceptible para el oído humano. Esto implica que, si bien existe una mejora medible en los niveles de presión sonora, el cambio en el confort acústico podría no ser claramente apreciado en condiciones reales de uso.

En ese sentido, los resultados confirman que la lana de vidrio contribuye al desempeño acústico del mortero; sin embargo, su efecto debe interpretarse como una mejora parcial, que podría requerir ser complementada con otras soluciones constructivas para lograr un impacto más significativo. Estos hallazgos guardan relación con investigaciones previas, como la realizada por J. Gutiérrez y J. Vidal [40], donde se reportan reducciones más notorias al emplear sistemas constructivos integrales con materiales compuestos, alcanzando disminuciones del 43.3% en niveles de ruido.

### **Evaluar la adherencia del mortero propuesto**

Correspondiente al objetivo específico de “evaluar la adherencia del mortero propuesto con el 5%, 10% y 15% de lana de vidrio”. Al analizar los resultados del ensayo de adherencia, se puede observar una ligera variación entre el mortero patrón y las mezclas modificadas con lana de vidrio. El mortero tradicional, sin lana de vidrio, alcanzó un valor promedio de 6.24 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual sirve como referencia para comparar el efecto que produce la incorporación progresiva de la lana de vidrio. En el caso del mortero con 5% de lana de vidrio, se obtuvo un valor de 5.85 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las mezclas con 10% y 15% alcanzaron 5.71 kg/cm<sup>2</sup> y 5.67 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Este comportamiento guarda coherencia con los hallazgos de A. Bustos [41], sobre morteros con adición de fibras de vidrio, carbono y basalto, señala que los beneficios de estos materiales se alcanzan mejor en proporciones moderadas. Según el autor, el exceso de fibra puede perjudicar la integridad de la mezcla y disminuir su capacidad de adherencia, especialmente si no se controlan adecuadamente los procesos de mezcla y aplicación.

Aunque a simple vista las diferencias pueden parecer poco significativas, los resultados reflejan una tendencia descendente que no debe pasarse por alto. La incorporación de lana de vidrio modifica la microestructura del mortero, y en ciertas proporciones puede afectar la continuidad de la pasta cementicia. Esto influye directamente en la adherencia, ya que una mezcla con mayor

contenido de lana de vidrio puede generar vacíos o zonas donde el contacto con el muro es menos efectivo.

### **Impacto ambiental**

En relación con el objetivo específico de “evaluar el impacto ambiental generado por el mortero con lana de vidrio para tarrajeo de ambientes”. La adición de lana de vidrio a los morteros destinados al tarrajeo representa una mejora funcional importante, sobre todo en el aspecto del aislamiento acústico. Según los resultados obtenidos en esta investigación, se observó una disminución del nivel sonoro de aproximadamente 5.31% al incorporar un 15% de lana de vidrio, en comparación con un mortero convencional. Esta mejora se explica por la morfología particular del material, caracterizada por su estructura porosa y fibrosa, la cual favorece la absorción de ondas sonoras y, por ende, contribuye a la reducción del ruido en ambientes interiores.

Investigaciones previas realizadas por F. Langfeldt y W. Gleine [4] respaldan este hallazgo., destacando su eficacia en la atenuación del sonido. De igual manera W. Chung y M. Hsieh [12], al evaluar el rendimiento de materiales acústicos integrados en edificaciones multifamiliares, confirman que la lana de vidrio proporciona un confort acústico superior al reducir la transmisión de ruido. Estos estudios coinciden en que el uso de este material puede ser particularmente beneficioso en entornos urbanos, donde la contaminación sonora representa un problema creciente.

Sin embargo, su aplicación no está exenta de consideraciones ambientales. Uno de los principales desafíos es la emisión de partículas en suspensión durante las fases de manipulación e instalación del material. Esta situación ha sido abordada por D. Kumar et al [3], quienes señalan que la exposición a estas partículas puede generar riesgos a la salud, particularmente afecciones respiratorias entre los trabajadores que manejan estos productos.

### **Variación de costos**

En relación con el objetivo específico de “evaluar la variación del costo entre el mortero tradicional y aquel modificado con lana de vidrio”, los resultados obtenidos a partir del análisis de precios unitarios (APU) revelan una tendencia creciente del costo conforme se incrementa el porcentaje de adición de este material. El mortero convencional presenta un costo estimado de S/28.91/ m<sup>2</sup>, mientras que las formulaciones con lana de vidrio al 5%, 10% y 15% alcanzan valores de S/31.56/m<sup>2</sup>, S/33.13/m<sup>2</sup> y S/34.71/m<sup>2</sup>, respectivamente. Esto implica un aumento

aproximado de S/1.60/m<sup>2</sup> por cada incremento porcentual, resultando en una variación total cercana al 20.06% al comparar el mortero base con el que contiene un 15% de lana de vidrio.

Este comportamiento es consistente con lo indicado por A. Gom et al [20], evidenciando que la incorporación de fibras u otros modificadores en morteros puede aumentar el costo entre un 10% y 20%, en función del tipo y proporción del aditivo utilizado. No obstante, el ligero aumento registrado en este estudio sugiere una opción económicamente viable, especialmente si se consideran los beneficios adicionales en confort.

### **Proporción óptima de lana de vidrio que se puede adecuar en el mortero**

Correspondiente al objetivo específico de “obtener la proporción óptima de lana de vidrio que se puede adecuar en el mortero”, los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que la incorporación de lana de vidrio al mortero tiene efectos contrapuestos. En lo referente a la resistencia a la compresión, se identificó una tendencia decreciente conforme aumenta el porcentaje de la lana de vidrio, siendo especialmente notoria la reducción a partir del 10%, donde el mortero con 15% alcanzó solo 57.02 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere que la presencia de lana de vidrio puede interferir con la estructura interna del mortero, afectando su cohesión y, por ende, su capacidad para soportar cargas. En cuanto al aislamiento acústico, la lana de vidrio actúa favorablemente. Las mediciones indicaron que el mortero con 15% logró una disminución de hasta 5.31% en presión sonora respecto al mortero patrón, validando su aporte en la mejora del aislamiento sonoro. Estudios similares, como los de J. Gutiérrez y J. Vidal [40], respaldan esta tendencia en contextos urbanos. Sin embargo, es importante tener en cuenta los posibles impactos ambientales asociados con la manipulación del material, ya que puede generar partículas en suspensión que representan un riesgo para la salud. En términos económicos, el aumento en el costo del mortero con lana de vidrio es aproximadamente un 14.60%, lo que lo hace una opción viable en proyectos donde se buscan beneficios adicionales en términos de aislamiento. Por lo tanto, se sugiere una proporción máxima de 10% de lana de vidrio, logrando un equilibrio entre desempeño mecánico, acústico y costo-beneficio.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos evidencian que el mortero patrón, sin lana de vidrio, presentó el mejor desempeño mecánico, alcanzando una resistencia de 64.22 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Aunque las mezclas con 5% y 10% de lana de vidrio mostraron solo una leve disminución en la resistencia, con valores aún cercanos al patrón, la mezcla con un 15% presentó una caída significativa en su capacidad de carga, alcanzando apenas 57.02 kg/cm<sup>2</sup>. Esto sugiere que, si bien es posible incorporar pequeñas proporciones de lana de vidrio sin comprometer significativamente el rendimiento del mortero, su exceso comienza a debilitar la estructura, afectando la cohesión interna del material. Por tanto, se concluye que un contenido superior al 10% de lana de vidrio no es recomendable si se desea mantener una buena resistencia a la compresión.

Después de analizar los resultados, se concluye que las mediciones realizadas con sonómetro evidencian una mejora progresiva en la capacidad de atenuación sonora conforme aumenta la proporción de lana de vidrio en el mortero. El mortero con un 15% de este aditivo presentó la mayor eficacia acústica, logrando una reducción promedio de 3 dBA respecto al mortero patrón, lo que representa una disminución del 5.31% en los niveles de presión sonora. Las mezclas con 5% y 10% también mostraron mejoras, aunque en menor grado.

No obstante, es importante considerar que una reducción de 3 dBA, aunque medible instrumentalmente, resulta poco perceptible para el oído humano. En ese sentido, el impacto práctico de esta mejora en condiciones reales puede ser limitado, por lo que su aplicación debe entenderse como una contribución parcial al confort acústico, más que como una solución definitiva.

En resumen, esta investigación ha demostrado que el uso de lana de vidrio en morteros para tarrajeo ha demostrado ser efectivo para mejorar el aislamiento acústico. Sin embargo, su implementación no está exenta de ciertos desafíos ambientales, siendo el más destacado la emisión de partículas en suspensión durante la manipulación, lo que representa riesgos para la salud de los trabajadores. Por lo tanto, aunque la lana de vidrio ofrece una mejora funcional importante en términos de confort acústico, es fundamental gestionar su uso de manera responsable para minimizar los posibles efectos negativos sobre la salud y el ambiente.

Después de analizar los resultados, se puede concluir que el análisis de los precios unitarios (APU) realizado para evaluar la variación del costo entre el mortero tradicional y aquel modificado con lana de vidrio mostró una relación proporcional entre el aumento de la cantidad de aditivo y el incremento en el costo del mortero. El costo del mortero convencional es de S/28.91/m<sup>2</sup>, mientras que el de las mezclas con 5%, 10% y 15% de lana de vidrio se eleva a S/31.56/m<sup>2</sup>, S/33.13/m<sup>2</sup> y S/34.71/m<sup>2</sup>, respectivamente, con un incremento de S/1.60/m<sup>2</sup> por cada aumento porcentual de lana de vidrio. Esto refleja una variación de cerca del 20.06% respecto al costo base del mortero.

En conclusión, los resultados obtenidos del ensayo de adherencia muestran una ligera disminución en la capacidad de adherencia del mortero al aumentar el porcentaje de lana de vidrio. El mortero patrón presentó un valor promedio de adherencia de 6.24 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que las mezclas con 5%, 10% y 15% de lana de vidrio alcanzaron 5.85 kg/cm<sup>2</sup>, 5.71 kg/cm<sup>2</sup> y 5.67 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Aunque las variaciones no son drásticas, se observa una tendencia a la baja conforme incrementa el contenido de lana de vidrio, lo que indica que el exceso de este material podría afectar el mortero y, en consecuencia, la adherencia del mortero.

En resumen, los resultados de la investigación muestran que la adición de lana de vidrio al mortero tiene efectos mixtos. En cuanto a la resistencia a la compresión, se observó una disminución conforme aumentó el porcentaje de lana de vidrio, especialmente a partir del 10%, siendo el valor más bajo el obtenido con un 15% (57.02 kg/cm<sup>2</sup>). Esto sugiere que la lana de vidrio afecta negativamente la capacidad de carga del mortero. Sin embargo, en términos de aislamiento acústico, el mortero con un 15% de lana de vidrio logró una mejora en el aislamiento, reduciendo la presión sonora en un 5.31% en comparación con el mortero sin lana de vidrio. En cuanto a los costos, el incremento fue alrededor del 14.60%, lo que lo hace viable económicamente. Con base en estos resultados, se puede concluir que el 10% de lana de vidrio es la proporción más adecuada para equilibrar las propiedades mecánicas y acústicas del mortero, manteniendo un costo accesible.

## Recomendaciones

Los resultados muestran que, a partir del 10% de lana de vidrio, la resistencia a la compresión del mortero empieza a disminuir. Por lo tanto, se recomienda limitar la adición de este material a un máximo de 10% en las mezclas para obtener un buen equilibrio entre el rendimiento acústico y la resistencia estructural del mortero.

Dado que la lana de vidrio puede liberar partículas que representan un riesgo para la salud, es fundamental adoptar medidas de seguridad apropiadas durante su manejo. Se sugiere proporcionar a los trabajadores equipos de protección personal (EPP) como mascarillas, guantes y gafas de seguridad, además de garantizar un ambiente de trabajo bien ventilado o con sistemas de aspiración para reducir la exposición a partículas en el aire.

Si bien la lana de vidrio tiene beneficios, se aconseja investigar otras alternativas de fibras acústicas que puedan ser más ecológicas o menos perjudiciales para la salud durante su manipulación, sin perder la eficacia en la reducción del sonido. Las fibras recicladas o naturales podrían ser opciones viables para considerar.

Se recomienda que futuras investigaciones analicen con mayor profundidad el comportamiento del mortero al incorporar distintos materiales aislantes, como corcho, lana de roca o caucho reciclado, mediante su combinación con lana de vidrio, con el propósito de evaluar su interacción y desempeño acústico. De este modo, se busca identificar posibles efectos sinérgicos que contribuyan a mejorar la capacidad de absorción sonora, permitiendo así optimizar el uso de estos materiales en aplicaciones constructivas orientadas al confort acústico.

## Bibliografía

- [1] N. Wickramathilaka, U. Ujang, S. Azri y T. Liat Choon, «Influence of Urban Green Spaces on Road Traffic Noise Levels: - A Review» The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, vol. XLVIII, n° 4, 2022.
- [2] L. Fiala, P. Konrád y R. Černý, «Methods for determination of acoustic properties of building materials, » MATEC Web of Conferences, n° 282, 2019.
- [3] D. Kumar, M. Alam, P. X. Zou, J. G. Sanjayan y R. A. Memon, «Comparative analysis of building insulation material properties and performance,» Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 131, 2020.
- [4] F. Langfeldt y W. Gleine, «Improved sound transmission loss of glass wool with acoustic metamaterials,» de Conference: 26th International Congress on Sound and Vibration, Montreal, 2019.
- [5] N. M. Aly, H. Seddeq, K. Elnagar y T. Hamouda, «Acoustic and thermal performance of sustainable fiber reinforced thermoplastic composite panels for insulation in buildings,» Journal of Building Engineering, vol. 40, 2021.
- [6] U. Berardi y G. Iannace, «Acoustic characterization of natural fibers for sound absorption applications,» Building and Environment, vol. 94, n° 2, pp. 840-852, 2015.
- [7] T. S. Bozkurt, «Acoustic analyses of mortars prepared with recycled aggregates,» Applied Acoustics, vol. 205, 2023.
- [8] Apexacoustics, «Balancing Good Environmental Acoustic Design with Other Sustainable Development Objectives,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.apexacoustics.co.uk/balancing-good-environmental-acoustic-design-with-other-sustainable-development-objectives/>.
- [9] «Development of eco-friendly mortars incorporating glass and shell powders,» Construction and Building Materials, vol. 159, pp. 198-204, 2018.
- [10] O. Masniari y R. Koestoer, «Sustainable Building Materials for Green Construction: A Review,» International Research Journal of Advanced Engineering and Science, vol. 9, n° 2, 2024.
- [11] R. Schiano-Phan y J. C. Soares Goncalves, «Sustainability in Architectural Education— Editorial,» Sustainability, vol. 14, n° 17, 2022.


- [12] W. Chung y M. Hsieh, «Sound insulation performance of different built-in acoustic materials for new multifamily residential,» *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 2024.
- [13] A. Arjunan, A. Baroutaji, J. Robinson, A. Vance y A. Arafat, «Acoustic metamaterials for sound absorption and insulation in buildings,» *Building and Environment*, vol. 251, 2024.
- [14] C.-J. Yu y J. Kang , «Acoustic Sustainability in Urban Residential Areas,» *Procedia Environmental Sciences*, vol. 10, pp. 471-477, 2011.
- [15] Shahid Ali Khan, Kainat Fatima, Saddam Hussain, Muhammad Minhal Ali, Abdul Mannan y Nasim Iqbal Butt , «Mitigation of noise pollution in urban areas by strategically planting trees and shrubs,» *Journal CleanWAS*, vol. 7, n° 1, pp. 41-47, 2023.
- [16] Yinping Tao, Musu Ren, Han Zhang y Ton Peijs, «Recent progress in acoustic materials and noise control strategies – A review,» *Applied Materials Today*, vol. 24, 2021.
- [17] D. C. Montgomery y Cahyono St, *Design and Analysis of Experiments*, Novena ed., John Wiley & Sons, Inc., 2022.
- [18] E. T. Dawood y T. W. Ghanim, «Mechanical Properties of Mortar Using Polypropylene Fibers,» *Journal of Civil Engineering Research & Technology*, vol. 2, n° 1, pp. 1-4, 2020.
- [19] Abdelkader Fidjah, Mohamed Rabehi, Cheikh Kezrane, Boubaker Hamdau, Maroua Ferhat, Tidjani Ahmed Zitouni, Tayeb Sakhi y Fatima Garadi, «The Effect of Glass and Palm Fibers on the Mechanical and Thermal Properties of Compressed Earth Blocks (CEB) Stabilized with Cement,» *Journal of Natural Fibers*, vol. 21, n° 1, 2024.
- [20] A. Gomes, F. Da Silva, A. F. Angelin, M. R. Nunes, R. C. Cecche, V. J. Dos Santos y L. A. Gachet, *Thermal and Acoustic Propieties of Rubberizaed Mortars for Coatings*, Sao Paulo: Univesidad Estos de Campinas, 2023.
- [21] J. Osorio, «El concreto reforzado con fibras de vidrio,» *Argos*, 2024. [En línea]. Available: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/el-concreto-reforzado-con-fibras-de-vidrio/>.
- [22] V. Oxa, *Eficacia de aislantes acústicos para la reducción del ruido en habitaciones de Zonas Residenciales*, Lima, Lima: UCV, 2020.
- [23] C. J. Grados Quezada y K. K. Cacho Quispe, *Influencia de la adición de Fibra de Vidrio en las propiedades mecanicas de morteros de reparación de fisuras y grietas*, Lima: UPAO, 2022.
- [24] Yong Yang, Xu Tengzhou, Lei Zhang y Yingxin Chen, «Sound insulation of glass fiber felt composite structure via the flame blowing process,» *Fibers and Polymers*, vol. 18, n° 12, pp. 2410-2416, 2017.

- [25] Organización Mundial de la Salud, «El Ruido. Riesgo para la salud de los trabajadores y molestia para el público,» Ginebra, 1969.
- [26] R. Pujol, «Campo Auditivo Humano,» NeurOreille, 6 junio 2018. [En línea]. Available: <http://www.cochlea.org/es/sonidos/campo-auditivo-humano>.
- [27] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima: MVCS, 2019.
- [28] Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, NTP 399.610, Lima: Indecopi, 2003.
- [29] Ministerio de Ambiente, «Decreto Supremo N° N°227-2013-MINAM,» Gobierno de Perú, Lima, 2013.
- [30] I. L. Vér y L. L. Beranek, Noise and vibration control engineering. Principles and applications, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [31] A. M. Neville, Properties of Concrete, Inglaterra: Pearson Education Limited, Essex, 2011.
- [32] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de ensayo de materiales, Lima: MTC, 2016.
- [33] M. Chalan Vargas, “Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades físico-mecánico de un mortero,» Universidad César Vallejo, 2022.
- [34] J. E. Anglade Béjar y E. L. Benavente Salinas, «Análisis comparativo de las propiedades de resistencia, acústica y térmica entre un bloque de concreto convencional y un bloque de concreto con adiciones de desecho textil en Lima», Lima: UPC, 2020.
- [35] F. G. Namuche Colonia, Resistencia de la sustitución del 5%, 10% y 15% de cemento, por la combinación de relave minero en la elaboración de morteros de edificaciones de albañilería en Huaraz, 2017, CHIMBOTE: USP, 2017.
- [36] R. Hernández Sampier, Metodología de la Investigación, México D.F.: McGrawHill, 2014.
- [37] H. Gutiérrez Pulido y R. Dela Vara Salazar, Análisis y diseño de experimentos, México D.F.: McGraw-Hill, 2008.
- [38] International Organization for Standardization, ISO 140-1:1997. Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements, ISO, 1997.
- [39] JC Ramírez Valdivieso y AJ Rodríguez Vergara, “Análisis de la adherencia de un mortero diseñado con cemento Qhuna y adicionado con fibra de vidrio al 2% y 4%”, Universidad Privada Antenor Orrego, 2023.

- [40] JF Gutiérrez Peña y J. Vidal Gaspar, “Diseño de viviendas homeostáticas con la combinación muros de tecnopor - mallas electrosoldadas - fibra de vidrio - mortero, distrito VMT 2021”, Universidad César Vallejo, 2021.
- [41] A. Bustos García, “Morteros con propiedades mejoradas de ductilidad por adición de fibras de vidrio, carbono y basalto”, Edificación, 2019.
- [42] R. Therivel, Introduction to Environmental Impact Assessment, 6th ed., London, UK: Routledge, 2023

## Anexos

## Anexo 1: Ficha técnica de Lana de vidrio



**HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD HDS**  
**Lana de Vidrio Aislanglass**

**1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DEL PROVEEDOR**

Identificación del producto	:	Lana de Vidrio Aislanglass
Proveedor	:	Aislantes Volcán S.A.
Dirección	:	Quitalmahue 2202, Puente Alto, Santiago - Chile
Teléfono	:	600 399 2000
Correo	:	asistencia@volcan.cl
Web	:	www.volcan.cl
Teléfono de emergencia en Chile	:	Bomberos / 132 Carabineros / 133 Ambulancia / 131

**2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PELIGROS**

El producto Lana de Vidrio Aislanglass no es un producto peligroso

**Clasificación según NCh 382:2013 Sustancias peligrosas - Clasificación:** No aplica.

**Marca en la etiqueta según NCh 2190:2003 Transporte de sustancias peligrosas - Distintivos para identificación de riesgos:** No aplica.

**Clasificación según SGA (Sistema Globalmente Armonizado):** No aplica.

**Etiqueta SGA (Sistema Globalmente Armonizado):** No aplica.

**Señal de Seguridad según NCh1411/4: 2000 Prevención de riesgos - Parte 4: Señales de seguridad para la identificación de riesgos de materiales:** No aplica.

**Descripción de Peligro:** No aplica.

**3. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES**

La lana de vidrio Aislanglass es un producto fabricado a altas temperaturas, fundiendo arenas silíceas mas otros insumos, el resultado es un producto de óptimas propiedades de aislamiento térmico y acondicionamiento acústico, de muy buena resiliencia y estabilidad dimensional.

La mezcla esta formada por los siguientes componentes que contribuyen al riesgo:

Denominación Química	Numero CAS	% Peso
Lana de Vidrio	308066-92-4	> 94
Aglomerante base Fenol-Formaldehido	Sin numero asignado	< 6

Producto: Lana de Vidrio Aislanglass	Fecha de revisión: 20/02/2019	Versión: 03	1 de 6
--------------------------------------	-------------------------------	-------------	--------

Fig. 43: Ficha técnica de lana de vidrio utilizado



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD HDS Lana de Vidrio Aislanglass

### 4. PRIMEROS AUXILIOS

**En caso de inhalación:**

Si se presentan dificultades por inhalación trasladar a la persona al aire libre, enjuagar la garganta con agua y limpiar la nariz para eliminar el polvo.

**En caso de contacto con la piel:**

El contacto con la piel puede ocasionar alguna picazón o irritación leve y temporal que cesa prontamente. Puede existir también enrojecimiento. Si se produce irritación mecánica, quítese la ropa contaminada y lavar la piel suavemente con agua fría.

**En caso de contacto con los ojos:**

No se frote los ojos, las partículas de polvo pueden producir erosiones en los ojos. Enjuague los ojos con abundante agua durante por lo menos 15 minutos. Consulte con un médico si continúa la irritación.

**En caso de ingestión:**

Es improbable que este material pueda ser ingerido. En caso de serlo, tome abundante agua, vigile durante varios días si existe obstrucción intestinal y consulte un médico o póngase en contacto con el centro de intoxicaciones (Centro de Información Toxicológica de la Universidad Católica CITUC o Mutualidad correspondiente) inmediatamente.

**Efectos agudos previstos:**

No se conocen efectos agudos

**Efectos Retardados Previstos:**

No se conocen efectos retardantes

**Protección de quienes brindan los primeros Auxilios:**

Uso de guantes

**Notas Especiales para medico tratante:**

Tratar según síntomas

### 5. MEDIDAS PARA LUCHA CONTRA INCENDIOS

**Agentes de Extinción:**

Polvo Químico Seco (PQS), espuma o agua pulverizada

**Agentes de Extinción Inapropiados:**

No hay información disponible

**Productos que se forman de la combustión y degradación térmica y sus peligros específicos:**

Los productos primarios de combustión son monóxido de carbono y dióxido de carbono, originados por recubrimientos o embalajes del producto. Podrían ocurrir emisiones de otros compuestos indeterminados en pequeñas cantidades.

**Métodos específicos de extinción:**

El producto es no combustible. No son necesarios procedimientos especiales para este producto.

**Precauciones para el personal de emergencia y/o bomberos:**

Use aparatos respiratorios autónomos y equipos protectores para combatir incendios en caso de un incendio sostenido.



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD HDS Lana de Vidrio Aislanglass

### 6. MEDIDAS QUE SE DEBEN TOMAR EN CASO DERRAMES ACCIDENTAL

**Precauciones personales:**

En condiciones polvorientas, utilizar una mascarilla antipolvo certificada. Ver punto 8 de esta HDS.

**Equipo de Protección:**

Se recomienda el uso de guantes de seguridad, lentes de seguridad y protección respiratoria.

**Procedimiento de emergencia:**

Aislar el área, recoger el material y si es necesario disponerlo como residuo no peligroso.

**Precauciones para el medio ambiente:**

Evitar el material particulado en suspensión, confinando la zona con residuo.

Evitar que penetre en el alcantarillado o aguas superficiales.

**Métodos y Materiales de contención:**

Idealmente utilizar un sistema de aspiración o humectación.

**Métodos y Materiales de limpieza:**

Recuperación: Recoger el material y depositarlo en un recipiente adecuado para su eliminación como residuo no peligroso. Limpieza por aspiración o humectando con agua antes de barrer.

**Neutralización: No aplica**

Disposición final: Se debe disponer en vertederos autorizados

**Medidas adicionales de prevención de desastre:**

No hay información disponible

### 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

**Manipulación:**

**Precauciones para la manipulación segura:**

Se recomienda uso de casco, lentes de seguridad, guantes, mascarillas y ropa que cubra también las extremidades.

**Medidas operaciones y técnicas:**

Evite la formación de polvo y contacto directo con la piel.

**Otras precauciones:**

Procurar un ambiente de trabajo con ventilación.

**Prevención del contacto:**

Utilice equipo de protección personal.

**Almacenamiento:**

Condiciones para almacenamiento seguro:

Almacenamiento a temperatura ambiente, en áreas con baja humedad.

**Medidas Técnicas:**

Almacenar en lugares resguardados de la intemperie.

**Sustancias y Mezclas Incompatibles:**

El ácido fluorhídrico reacciona con el vidrio y lo disuelve.

**Material de envase y/o embalaje:**

Se embala con film de polietileno y cajas de cartón cuando corresponde.



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD HDS Lana de Vidrio Aislanglass

### 8. CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCIÓN PERSONAL

#### Concentración Máxima Permissible:

Los límites permisibles ponderados y temporales para las concentraciones ambientales para la lana de vidrio son de 0,8 fibras/cc, señalado en el DS 594 Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.

#### Elementos de Protección Personal

##### Protección respiratoria:

De acuerdo a guía técnica de protección respiratoria del ISP. Por ejemplo, se recomienda la utilización de una mascarilla modelo 8210 de 3M o filtro N-95 ó superior, su uso dependerá de si se trabaja en espacios confinados o si existe mucho polvo en suspensión. En condiciones comunes, no se requiere protección respiratoria.

##### Protección de manos:

Se deben utilizar guantes de cuero o algodón para evitar el contacto y la irritación de la piel.

##### Protección de ojos:

Utilice anteojos de seguridad con protección lateral con el objeto de proteger los ojos contra el polvo y las fibras.

##### Protección de la piel y el cuerpo (incluye protección de los pies):

Utilice ropa que cubra las extremidades. Utilice zapatos de seguridad.

### 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico:	Sólido
Forma en que se presenta:	En rollos o paneles.
Olor:	Ninguno
PH:	No Aplica
Punto de fusión:	> 600°C
Punto Ebullición:	No aplica
Punto de Inflamación:	No aplica, el producto no es inflamable.
Límites de explosividad:	No aplica, el producto no es explosivo.
Presión de vapor:	No aplica
Densidad:	8 a 100 kg/m <sup>3</sup>
Espesor:	20 a 200 mm
Solubilidad en agua:	Químicamente inerte e insoluble en agua
Coefficiente de partición n-octano/agua:	No aplica
Temperatura de Autoignición:	No aplica
Temperatura de descomposición:	No hay información disponible.



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD HDS Lana de Vidrio Aislanglass

### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

**Estabilidad química:**

El producto es estable

**Reacciones peligrosas:**

Ninguna en condiciones normales de uso

**Condiciones que deben evitarse:**

Almacenar cerca de ácido fluorhídrico

**Materiales incompatibles:**

Ácido fluorhídrico

**Productos de descomposición peligrosos:**

Los productos pueden llegar a descomponerse en un incendio. Entre los productos primarios de la descomposición están el dióxido y monóxido de carbono así como vapor de agua. Podrían ocurrir emisiones de otros compuestos indeterminados en pequeñas cantidades.

### 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

**a) Toxicidad aguda:**

LPP (Límites permisibles ponderados) para la lana de vidrio: 0,8 fibras/cc, señalado en el DS 594 Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, art 66.

**b) Irritación/corrosión cutánea:**

Puede causar irritación física en la piel.

**c) Lesiones oculares graves/irritación ocular:**

Puede causar irritación física en los ojos.

**d) Sensibilización respiratoria o cutánea:**

Los altos niveles de exposición pueden causar problemas para respirar, congestión y presión pectoral.

**e) Mutagenicidad de células reproductoras/in vitro:**

No aplica

**f) Carcinogenicidad:**

No aplica

**g) Toxicidad Reproductiva:**

No aplica

**h) Toxicidad específica en órganos particulares – exposición única:**

Información no disponible

**i) Toxicidad específica en órganos particulares – exposición repetida:**

Información no disponible

**j) Peligro de Inhalación:**

La inhalación puede causar tos, irritación de la nariz, garganta y estornudos.

**k) Toxicidad crónica y de largo plazo:**

No se conocen efectos crónicos sobre la salud en relación con el uso o el contacto a largo plazo con este producto



## HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD HDS Lana de Vidrio Aislanglass

### 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

Este producto no causa efectos adversos conocidos en el medio ambiente.

Ecotoxicidad (EC, IC y LC): No se dispone de datos  
 Persistencia y degradabilidad: No se dispone de datos  
 Potencial Bioacumulativo: No se dispone de datos  
 Movilidad en el suelo: No se dispone de datos

### 13. INFORMACION SOBRE LA DISPOSICIÓN FINAL

Eliminar los residuos de acuerdo con los reglamentos y procedimientos legales vigentes en el país. Para la disposición final, tomar contacto con la autoridad competente y empresa de eliminación de residuos, autorizado por el Seremi de Salud.

### 14. INFORMACION SOBRE EL TRANSPORTE

No es un material peligrosa de conformidad con la Norma Chilena NCh 2190:2003 Transporte de sustancias peligrosas – Distintivos para identificación de riesgos.

### 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

#### Regulaciones Nacionales:

- Producto rotulado según NCh 2251:2010 Aislación térmica - Requisitos de rotulación de materiales aislantes, descripción para validar cumplimiento Reglamentación Térmica OGUC Artículo 4.1.10.
- Decreto Supremo N° 594 Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- Ley 20.001 y Ley 20.949 Ministerio del Trabajo y Previsión Social: Respetar los límites de carga legalmente establecidos: hombres 25kg, mujeres y menores de 18 años 20kg.
- Ley 20.920 establece Marco para la gestión de residuos, la Responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje. Del 01-06-2016.
- NCh 2245:2015 Hojas de datos de Seguridad.
- NCh 1071:1984 Lana Mineral - Requisitos
- El receptor debería verificar la posible existencia de regulaciones locales aplicables al producto.

### 16. OTRAS INFORMACIONES

Los datos consignados en esta hoja informativa fueron obtenidos de fuentes confiables. Las opiniones expresadas en este formulario son las de profesionales capacitados. La información que se entrega en él es la conocida actualmente sobre la materia.

Considerando que el uso de esta información y de los productos está fuera de control del proveedor, la empresa no asume responsabilidad alguna por este concepto. Determinar las condiciones de uso seguro del producto es obligación del usuario.

Esta ficha solo significa una guía de las exigencias de seguridad del producto y no hay que considerarlas como garantía de sus propiedades.

Producto: Lana de Vidrio Aislanglass

Fecha de revisión: 20/02/2019

Versión: 03

6 de 6

## Anexo 2: Matriz de Leopold

Tabla 15: Matriz de Leopold (Análisis de factores)

	<b>MAGNITUD</b> Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo	<b>MATRIZ DE LEOPOLD</b>			<b>IMPORTANCIA</b> Valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado	<b>SUMA TOTAL</b>				
		<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>					<b>MAGNITUD / IMPORTANCIA</b>			
		<b>ELABORACIÓN DE MORTERO 1:4 PARA TARRAJEO</b>								
		<b>MORTERO PATRÓN</b>								
		<b>DISEÑO, ELABORACIÓN Y COLOCACION</b>								
		<b>Mezcla de mortero in situ</b>	<b>Colocación de tarrajeo</b>	<b>Secado de mortero</b>	<b>PROMEDIO</b>					
<b>COMPONENTES AMBIENTALES</b>	<b>AIRE</b>									
	PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	-3	4			-3	4	-12		
	NIVEL DE RUIDO	-2	3			-2	3	-6		
	<b>AGUA</b>									
	AGUA POTABLE	-2	3	-1	2	-1	2	-4	7	-10
	<b>SUELO</b>									
	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	-2	3			-2	3	-6		
	CALIDAD DE SUELO	-1	3			-1	3	-3		
	PERMEABILIDAD			-1	3	-1	3	-3		
	<b>CALIDAD VISUAL</b>									
	PAISAJE		7	3	7	3	14	6	42	
	<b>SOCIOECONÓMICO</b>									
	EMPLEO	7	5	7	5	4	5	18	15	90
	<b>HUMANO</b>									
	CONFORT Y CALIDAD DE VIDA			4	6	4	6	24		
	<b>MAGNITUD</b>	-3	12	14	16				116	
	<b>IMPORTANCIA</b>		21	13						
<b>PROMEDIO</b>		2	51	63			116			

<b>COMPONENTE MÁS FRAGIL</b>	-12	<b>PARTICULAS EN SUSPENSIÓN</b>
<b>COMPONENTE AMBIENTAL HUMANO</b>	24	<b>CONFORT Y CALIDAD DE VIDA</b>
<b>ACCIONES CON MAYOR MAGNITUD E IMPORTANCIA</b>	<b>PAISAJE</b>	
	<b>EMPLEO</b>	
	<b>CONFORT Y CALIDAD DE VIDA</b>	
<b>ACCIONES CON MENOR MAGNITUD E IMPORTANCIA</b>	<b>PARTICULAS EN SUSPENSIÓN</b>	
	<b>AGUA POTABLE</b>	

<b>MAGNITUD</b> Expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado, hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo	MATRIZ DE LEOPOLD			SUMA TOTAL		
	FASE DE CONSTRUCCIÓN					
	ELABORACIÓN DE MORTERO 1:4 PARA TARRAJEO					
	MORTERO ADICIONADO CON LANA DE VIDRIO					
	DISEÑO, ELABORACIÓN Y COLOCACION			MAGNITUD	PROMEDIO	
Mezcla de mortero in situ	Colocación de tarrajeo	Secado de mortero				
<b>COMPONENTES AMBIENTALES</b>	AIRE					
	PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	-5	4		-5	-20
	NIVEL DE RUIDO	-2	3		-2	-6
	AGUA					
	AGUA POTABLE	-2	-1	-1	-4	-10
	SUELO					
	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	-2	3		-2	-6
	CALIDAD DE SUELO	-1	3		-1	-3
	PERMEABILIDAD		-1	3	-1	-3
	CALIDAD VISUAL					
	PAISAJE		3	3	14	42
	SOCIOECONÓMICO					
	EMPLEO	3	5	5	18	90
	HUMANO					
	CONFORT Y CALIDAD DE VIDA			6	6	54
MAGNITUD	0	12	16	5		
IMPORTANCIA		21	13	15	138	
PROMEDIO	-6	51	69	114		

COMPONENTE MÁS FRAGIL	-20	PARTICULAS EN SUSPENSIÓN
COMPONENTE AMBIENTAL HUMANO	54	CONFORT Y CALIDAD DE VIDA
ACCIONES CON MAYOR MAGNITUD E IMPORTANCIA	PAISAJE	
	EMPLEO	
	CONFORT Y CALIDAD DE VIDA	
ACCIONES CON MENOR MAGNITUD E IMPORTANCIA	PARTICULAS EN SUSPENSIÓN	
	AGUA POTABLE	

**Nota 30:** Tabla elaborada en concordancia con la Tabla N.º 01, la cual establece la escala utilizada para la valoración de la magnitud e impactos ambientales en la Matriz de Leopold.

**Fuente:** Elaboración propia

*Anexo 3: Análisis de Costo Unitario*

*Tabla 16: APU - Diseño Patrón*

<b>ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>						
<b>1. TARRAJEO FROTACHADO, MUROS INT. E=1.5CM, MEZCLA 1:4 PATRÓN</b>						
<b>Rendimiento: 15.0000 M2/DIA</b>				<b>Unidad:</b>	<b>Costo Unitario:</b>	<b>28.91</b>
<b>Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>M2</b>	<b>PU</b>	<b>Parcial</b>
OPERARIO	HH	1.0000	0.5333		28.94	15.43
PEON	HH	0.5000	0.2667		20.51	5.47
					<b>Mano de obra:</b>	<b>20.90</b>
ARENA FINA	M3		0.0177		65.00	1.15
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.1446		40.00	5.78
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0044		5.00	0.02
					<b>Materiales:</b>	<b>6.95</b>
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000		20.90	1.05
					<b>Equipo:</b>	<b>1.05</b>

*Nota 31: Costo unitario para 1m<sup>2</sup> de tarrajeo con diseño patrón*

*Tabla 17: APU – Corte de Lana de Vidrio*

<b>ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>						
<b>1. CORTE MANUAL DE LANA DE VIDRIO</b>						
<b>Rendimiento: 4.0000 M2/DIA</b>				<b>Unidad:</b>	<b>Costo Unitario:</b>	<b>43.07</b>
<b>Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>M2</b>	<b>PU</b>	<b>Parcial</b>
PEON	HH	1.0000	2.0000		20.51	41.02
					<b>Mano de obra:</b>	<b>41.02</b>
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000		41.02	2.05
					<b>Equipo:</b>	<b>2.05</b>

*Nota 31: Costo unitario para 1m<sup>2</sup> de tarrajeo con diseño patrón*

Tabla 18: APU - Diseño con el 5% de lana de vidrio añadido

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS					
2. TARRAJEO FROTACHADO, MUROS INT.					
E=1.5CM, MEZCLA 1:4, 5%					
Rendimiento: 15.0000 M2/DIA					
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Costo Unitario: PU	31.56 Parcial
OPERARIO	HH	1.0000	0.5333	28.94	15.43
PEON	HH	0.5000	0.2667	20.51	5.47
				<b>Mano de obra:</b>	<b>20.90</b>
ARENA FINA	M3		0.0177	65.00	1.15
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.1446	40.00	5.78
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0044	5.00	0.02
LANA DE VIDRIO	Kg		0.0220	16.20	0.36
CORTE DE LANA DE VIDRIO	M2		0.0367	43.07	1.58
				<b>Materiales:</b>	<b>9.61</b>
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.90	1.05
				<b>Equipo:</b>	<b>1.05</b>

Nota 32: Costo unitario para 1m<sup>2</sup> de tarrajeo con diseño 5%

Tabla 19: APU - Diseño 10%

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS					
2. TARRAJEO FROTACHADO, MUROS INT.					
E=1.5CM, MEZCLA 1:4, 5%					
Rendimiento: 15.0000 M2/DIA					
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Costo Unitario: PU	33.13 Parcial
OPERARIO	HH	1.0000	0.5333	28.94	15.43
PEON	HH	0.5000	0.2667	20.51	5.47
				<b>Mano de obra:</b>	<b>20.90</b>
ARENA FINA	M3		0.0177	65.00	1.15
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.1446	40.00	5.78
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0044	5.00	0.02
LANA DE VIDRIO	Kg		0.0440	16.20	0.71
CORTE DE LANA DE VIDRIO	M2		0.0733	43.07	3.16
				<b>Materiales:</b>	<b>11.18</b>
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.90	1.05
				<b>Equipo:</b>	<b>1.05</b>

Nota 33: Costo unitario para 1m<sup>2</sup> de tarrajeo con diseño 10%

Tabla 20: APU - Diseño 15%

## ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS

<b>2. TARRAJEO FROTACHADO, MUROS INT.</b>						
<b>E=1.5CM, MEZCLA 1:4, 5%</b>						
<b>Rendimiento: 15.0000 M2/DIA</b>						
<b>Unidad: M2</b>						
<b>Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario:</b>	<b>PU</b>	<b>34.71</b>
						<b>Parcial</b>
OPERARIO	HH	1.0000	0.5333	28.94		15.43
PEON	HH	0.5000	0.2667	20.51		5.47
						<b>Mano de obra: 20.90</b>
ARENA FINA	M3		0.0177	65.00		1.15
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BLS		0.1446	40.00		5.78
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0044	5.00		0.02
LANA DE VIDRIO	Kg		0.0660	16.20		036
CORTE DE LANA DE VIDRIO	M2		0.1100	43.07		4.74
						<b>Materiales: 12.76</b>
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	20.90		1.05
						<b>Equipo: 1.05</b>

*Nota 34: Costo unitario para 1m<sup>2</sup> de tarrajeo con diseño 15%*

**Anexo 4: Ensayo de laboratorio**
**UNIVERSIDAD CATOLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

- LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES, SUELOS Y PAVIENTOS
- CONCRETO Y ASFALTO

 INFORME N° LEM USAT 016-2025-I

 FECHA: 20 de Mayo 2025

## VALIDACIÓN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

**ESTUDIANTE:** Carlomán David Pérez Velásquez

**TITULO DE LA TESIS:** Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones.

El que suscribe, responsable del laboratorio de Ingeniería Civil, verifica y da conformidad que los siguientes ensayos de laboratorio realizados por el indicado estudiante se han efectuado en las instalaciones de la USAT, asimismo valida los ensayos realizados fuera de nuestras instalaciones siempre que no se puedan realizar en esta universidad:

- Contenido de humedad
- Análisis granulométrico del agregado fino
- Peso específico y absorción del agregado fino
- Peso unitario del agregado fino
- Ensayo de densidad de la lana de vidrio
- Fluidez de mortero
- Diseño de mezcla del mortero patrón y mortero con lana de vidrio al 5%, 10% y 15%.
- Resistencia a la Compresión del mortero patrón y mortero con lana de vidrio al 5%, 10% y 15%.
- Resistencia a la adherencia del mortero patrón y mortero con lana de vidrio al 5%, 10% y 15%.

Se alcanza al interesado para los fines pertinentes.

Observación: Adjunto



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Téc. Laboratorio



Henry Rivadeneyra Oblitas  
Responsable de Lab Ing. Civil Ambiental





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

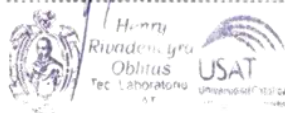
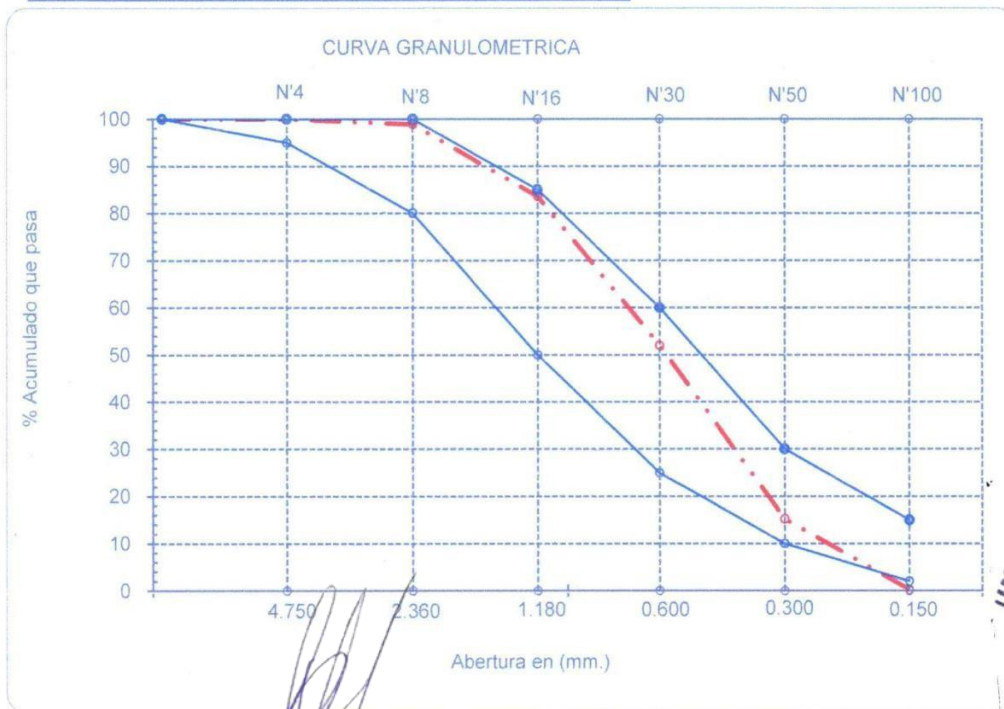


**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino  
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

**Cantera** : Cantera  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025  
**P. Inicial H.** 535.8  
**% de Humedad =** 4.05  
**514.9**

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	0.16	0.0	0.0	100.0	95	100
Nº 08	2.360	5.6	1.1	1.1	98.9	80	100
Nº 16	1.180	79	15.3	16.5	83.5	50	85
Nº 30	0.600	162.31	31.5	48.0	52.0	25	60
Nº 50	0.300	189.74	36.8	84.8	15.2	10	30
Nº 100	0.150	77.2	15.0	99.8	0.2	2	15
Fondo		0.97	0.2	100.0	0.0		
Módulo de Fineza				2.502			
Abertura de malla de referencia				3/8"			





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Carlomen David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

### 1. Contenido de humedad (%)

Muestra natural (M1)	535.78
Muestra seca (M2)	514.94
Contenido de humedad	4.05%

### 2. Peso Volumétrico Suelto

Peso molde	5050
Volumen molde	0.00157
Peso molde + muestra 1	7390
Peso muestra 1	2340
Peso molde + muestra 2	7380
Peso muestra 2	2330
Peso Volumétrico Suelto	1486.51

### 3. Peso Volumétrico Compactado

Peso molde	5050
Volumen molde	0.00157
Peso molde + muestra 1	7670
Peso muestra 1	2620
Peso molde + muestra 2	7670
Peso muestra 2	2620
Peso Volumétrico Compactado	1667.94

### 4. Gravedad Específica

Peso arena seca	492.6
Peso fiola + Agua	457.3
Peso fiola + agua + arena	957.3
Peso específico	2.24

### 5. Grado de absorción

Muestra Saturada SS (M1)	500.00
Muestra seca (M2)	492.6
Grado de absorción	1.50%

### 6. Contenido de sales

Peso briquet	49.48
Peso briquet + agua + sal	99.60
Peso briquet + sal	49.60
Peso sal	0.12
Peso agua	50.00
Porcentaje de sal	0.24%

Henry Ribadeneyra  
 Obliquis  
 Tec. Laboratorio





**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025  
  
**Ensayo** : Peso unitario e agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-29 ó NTP 400.017

**1.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>2330</b>	<b>2340</b>
2.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material	(gr.)	2330	2340
4.- Constante ó volumen	m <sup>3</sup>	0.00157	0.00157
5.- Peso unitario suelto húmedo	Kg/m <sup>3</sup>	1484	1490
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1429</b>	

**1.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>2620</b>	<b>2620</b>
2.- Peso de recipiente	(gr.)	0.00	0.00
3.- Peso del material	(gr.)	2620	2620
4.- Constante ó volumen	m <sup>3</sup>	0.00157	0.00157
5.- Peso unitario compactado húmedo	Kg/m <sup>3</sup>	1669	1669
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1604</b>	

**Ensayo** : Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-535 ó NTP 339.185

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

1.- Peso de la muestra húmeda	(gr.)	<b>535.78</b>	<b>535.78</b>
2.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>514.94</b>	<b>514.94</b>
2.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
4.- Contenido de humedad	%	4.05	4.05
5.- Contenido de humedad (Promedio)	%	<b>4.05</b>	





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

**Ensayo** : Peso específico y Absorción del agregado fino  
**Referencia** : Norma ASTM C-128 ó NTP 400.022

#### 1.- DATOS

1.- Peso de Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso Agua	(gr.)	<b>957.3</b>	<b>957.3</b>
2.- Peso de Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(gr.)	677.20	677.20
3.- Peso del Agua	(gr.)	280.10	280.10
4.- Peso de Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(gr.)	669.81	669.81
5.- Peso del Frasco	(gr.)	177.2	177.2
6.- Peso de Arena Secada al Horno	(gr.)	493	493
7.- Volumen del Frasco	(gr.)	500	500

#### 2.- RESULTADOS

1.- Peso específico de masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	<b>2.24</b>
2.- Peso de específico de masa sat. Sup. Seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.274
3.- Peso específico aparente	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.318
4.- Porcentaje de absorción	(%)	1.50





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

### Densidad de la lana

<b>Peso fiola + nafta</b>	327.20 gr
<b>Peso fiola + nafta + muestra</b>	345.10 gr
<b>Peso lana</b>	17.90 gr
<b>Volumen desplazado</b>	21.60 ml

$$densidad = \frac{Peso}{Volumen\ desplazado}$$

**Densidad** 0.829 gr/cm<sup>3</sup>





**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escola** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Ensayo de fluidez

Referencia : ASTM C1437

### 1. Cálculo de fluidez

#### Relación 1:3

$$\text{Fluidez} = \frac{D_f - D_i}{D_i} * 100$$

Fluidez = 140%

#### Relación 1:4

Fluidez = 115%

#### Relación 1:5

Fluidez = 130%

### 2. Diseño a considerar

Relación	Fluidez	Criterio	Aceptación
1:3	140%	110% ± 5	No
1:4	115%	110% ± 5	Aceptable
1:5	130%	110% ± 5	No



  
 Henry  
Rivadeneira  
Obitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica



**Tesista** : Cartoman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Diseño de mezcla  
Referencia : Norma NTP 334.051

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	3.15	-	0.60
Arena	1486.51	2.24	1.50%	

### 1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)

$$V.L. = 1m^3 - V_{ar}$$

$$V.L. = 1m^3 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \cdot \gamma_w}$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)

#### a. Peso de agua

$$W_w = a/c * W_c$$

$$W_w = 25.5$$

#### b. Volumen de agua

$$V_w = 0.026 m^3$$

#### c. Volumen de cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c * \gamma_w}$$

$$V_c = 0.013 m^3$$

#### d. Volumen de lechada

$$V.L. = 0.039 m^3$$

### 3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)

$$V_c = 0.116 m^3$$

$$V_w = 0.220 m^3$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 4. Peso de los materiales (1m<sup>3</sup>)

$$W_{mat} = V_{mat} * GE_{mat} * \gamma_{mat}$$

$$W_{ar} = 0.664 m^3$$

#### a. Peso de cemento

$$W_c = 366.68 Kg$$

#### b. Peso de arena

$$W_{ar} = 1486.51 Kg$$

#### c. Peso de agua

$$W_w = 220.01 Kg$$

$$W_w = 220.01 L$$



*[Firma manuscrita]*

Henry Rivas Obinas  
Téc. Laboratorio de Suelos, Concreto y Ensayos de Materiales  
USAT



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



### 5. Corrección por absorción

$$W_{w_{abs}} = W_{ar} * \left( \frac{\%abs}{100} \right)$$

$$W_{w_{abs}} = 22.33 \text{ Kg}$$

$$W_{w_{abs}} = 22.33 \text{ L}$$

$$W_w = 242.34 \text{ L}$$

### 6. Proporción de materiales

Cemento	1
Arena	4



Henry  
 Rivadeneyra  
 Obitas  
 Tec Laboratorio USAT  
 Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Diseño de mezcla 5%

Referencia : Norma NTP 334.051

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	3.15	-	0.60
Arena	1486.51	2.24	1.50%	
Lana	37.46	0.83	2.84%	

### 1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)

$$V.L. = 1m^3 - V_{ar}$$

$$V.L. = 1m^3 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \cdot \gamma_w}$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)

#### a. Peso de agua

$$W_w = a/c * W_c$$

$$W_w = 25.5$$

#### b. Volumen de agua

$$V_w = 0.026 m^3$$

#### c. Volumen de cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c * \gamma_w}$$

$$V_c = 0.013 m^3$$

#### d. Volumen de lechada

$$V.L. = 0.039 m^3$$

### 3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)

$$V_c = 0.116 m^3$$

$$V_w = 0.220 m^3$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 4. Peso de los materiales (1m<sup>3</sup>)

$$W_{mat} = V_{mat} * GE_{mat} * \gamma_{mat}$$

$$V_{ar} = 0.664 m^3$$

#### a. Peso de cemento

$$W_c = 366.68 \text{ Kg}$$

#### b. Peso de agregado

$$W_{ar} = 1412.18 \text{ Kg}$$

$$W_{lana} = 27.50 \text{ Kg}$$



*Henry Rivas*  
Henry Rivas Obmas  
Tec. Laboratorio  
USAT



**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Diseño de mezcla 5%

Referencia : Norma NTP 334.051

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	3.15	-	0.60
Arena	1486.51	2.24	1.50%	
Lana	37.46	0.83	2.84%	

### 1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)

$$V.L. = 1m^3 - V_{ar}$$

$$V.L. = 1m^3 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \gamma_w}$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)

#### a. Peso de agua

$$W_w = a/c * W_c$$

$$W_w = 25.5$$

#### b. Volumen de agua

$$V_w = 0.026 m^3$$

#### c. Volumen de cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c * \gamma_w}$$

$$V_c = 0.013 m^3$$

#### d. Volumen de lechada

$$V.L. = 0.039 m^3$$

### 3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)

$$V_c = 0.116 m^3$$

$$V_w = 0.220 m^3$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 4. Peso de los materiales (1m<sup>3</sup>)

$$W_{mat} = V_{mat} * GE_{mat} * \gamma_{mat}$$

$$V_{ar} = 0.664 m^3$$

#### a. Peso de cemento

$$W_c = 366.68 \text{ Kg}$$

#### b. Peso de agregado

$$W_{ar} = 1412.18 \text{ Kg}$$

$$W_{lana} = 27.50 \text{ Kg}$$



*Henry Rivas*  
Henry Rivas Obispo  
Tec. Laboratorio  
USAT



**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Diseño de mezcla 10%

Referencia : Norma NTP 334.051

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	3.15	-	0.60
Arena	1486.51	2.24	1.50%	
Lana	37.46	0.83	2.84%	

### 1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)

$$V.L. = 1m^3 - V_{ar}$$

$$V.L. = 1m^3 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \gamma_w}$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)

#### a. Peso de agua

$$W_w = a/c * W_c$$

$$W_w = 25.5$$

#### b. Volumen de agua

$$V_w = 0.026 m^3$$

#### c. Volumen de cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c * \gamma_w}$$

$$V_c = 0.013 m^3$$

#### d. Volumen de lechada

$$V.L. = 0.039 m^3$$

### 3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)

$$V_c = 0.116 m^3$$

$$V_w = 0.220 m^3$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 4. Peso de los materiaes (1m<sup>3</sup>)

$$W_{mat} = V_{mat} * GE_{mat} * \gamma_{mat}$$

$$V_{ar} = 0.664 m^3$$

#### a. Peso de cemento

$$W_c = 366.68 \text{ Kg}$$



*[Firma]*  
Henry Rivas  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

TÉCNICO DE LABORATORIO



**b. Peso de agregado**

$$W_{ar} = 1337.86 \text{ Kg}$$

$$W_{lana} = 54.99 \text{ Kg}$$

**c. Peso de agua**

$$W_w = 220.01 \text{ Kg}$$

$$W_w = 220.01 \text{ L}$$

**5. Corrección por absorción**

$$W_{w,abs} = W_{ar} * \left( \frac{\%abs}{100} \right)$$

$$W_{w,abs} = 20.10 \text{ Kg}$$

$$W_{w,abs} = 20.10 \text{ L}$$

$$W_w = 240.10 \text{ L}$$

**6. Proporción de materiales**

Cemento	1
Arena	3.6
Lana	0.15



  
 Henry  
Rivadeneira  
Oblitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica  
1501



**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Diseño de mezcla 15%

Referencia : Norma NTP 334.051

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	3.15	-	0.60
Arena	1486.51	2.24	1.50%	
Lana	37.46	0.83	2.84%	

### 1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)

$$V.L. = 1m^3 - V_{ar}$$

$$V.L. = 1m^3 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \cdot \gamma_w}$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)

#### a. Peso de agua

$$W_w = a/c * W_c$$

$$W_w = 25.5$$

#### b. Volumen de agua

$$V_w = 0.026 m^3$$

#### c. Volumen de cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c * \gamma_w}$$

$$V_c = 0.013 m^3$$

#### d. Volumen de lechada

$$V.L. = 0.039 m^3$$

### 3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)

$$V_e = 0.116 m^3$$

$$V_w = 0.220 m^3$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 4. Peso de los materiales (1m<sup>3</sup>)

$$W_{mat} = V_{mat} * GE_{mat} * \gamma_{mat}$$

$$W_{ar} = 0.664 m^3$$

#### a. Peso de cemento

$$W_c = 366.68 \text{ Kg}$$

#### b. Peso de agregado

$$W_{ar} = 1263.53 \text{ Kg}$$

$$W_{lana} = 82.49 \text{ Kg}$$

#### c. Peso de agua

$$W_w = 220.01 \text{ Kg}$$

$$W_w = 220.01 \text{ L}$$





**Tesista** : Cartoman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Diseño de mezcla 15%

Referencia : Norma NTP 334.051

Material	Peso Volumétrico	Peso Específico	%Absorción	a/c
Cemento	2315.00	3.15	-	0.60
Arena	1486.51	2.24	1.50%	
Lana	37.46	0.83	2.84%	

### 1. Volumen de lechada (1m<sup>3</sup>)

$$V.L. = 1m^3 - V_{ar}$$

$$V.L. = 1m^3 - \frac{W_{ar}}{GE_{ar} \gamma_w}$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 2. Volumen lechada (1 bolsa cemento)

#### a. Peso de agua

$$W_w = a/c * W_c$$

$$W_w = 25.5$$

#### b. Volumen de agua

$$V_w = 0.026 m^3$$

#### c. Volumen de cemento

$$V_c = \frac{W_c}{GE_c * \gamma_w}$$

$$V_c = 0.013 m^3$$

#### d. Volumen de lechada

$$V.L. = 0.039 m^3$$

### 3. Tanda mortero (1m<sup>3</sup>)

$$V_c = 0.116 m^3$$

$$V_w = 0.220 m^3$$

$$V.L. = 0.336 m^3$$

### 4. Peso de los materiales (1m<sup>3</sup>)

$$W_{mat} = V_{mat} * GE_{mat} * \gamma_{mat}$$

$$W_{ar} = 0.664 m^3$$

#### a. Peso de cemento

$$W_c = 366.68 \text{ Kg}$$

#### b. Peso de agregado

$$W_{ar} = 1263.53 \text{ Kg}$$

$$W_{lana} = 82.49 \text{ Kg}$$

#### c. Peso de agua

$$W_w = 220.01 \text{ Kg}$$

$$W_w = 220.01 \text{ L}$$



Henry Rivas Obitas  
Tec. Laboratorio  
USAT  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

**Tesisista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para arrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Ensayo de fluidez  
 Referencia : NTP 334.051

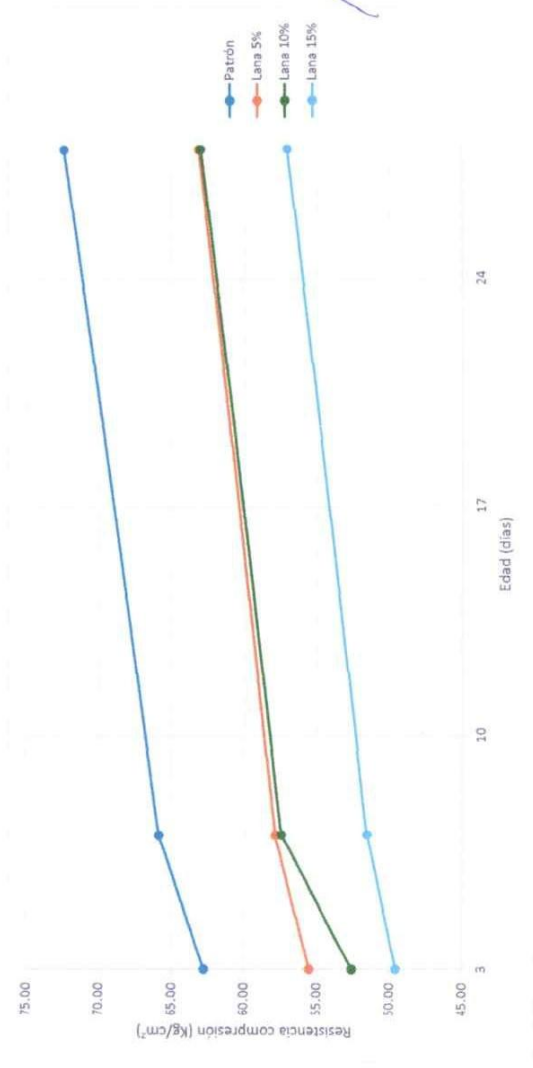
	Patrón					5%					10%					15%				
	Carga	1580.00	1600.00	1370.00	1330.00	1370.00	1410.00	1390.00	1310.00	1350.00	1240.00	1240.00	1240.00	1240.00	1240.00					
<b>Promedio</b>	1580.00	1600.00	1370.00	1330.00	1370.00	1410.00	1390.00	1310.00	1350.00	1240.00	1240.00	1240.00	1240.00	1240.00						
<b>Lado Prom</b>	5.018	5.018	4.967	5.068	5.002	5.002	5.002	5.002	5.068	5.002	5.002	5.002	5.002							
<b>Área</b>	25.18	25.18	24.67	25.68	25.02	25.02	25.02	25.68	25.68	25.02	25.02	25.02	25.02							
<b>3d</b>	62.75	62.75	55.53	52.56	49.56	49.56	49.56	52.56	52.56	49.56	49.56	49.56	49.56							

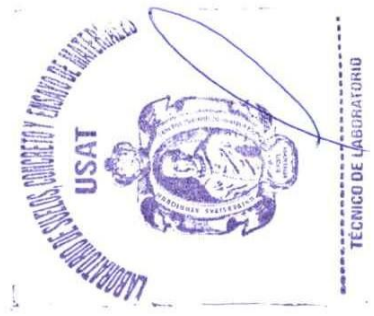
  

	Patrón					5%					10%					15%				
	Carga	1620.00	1700.00	1650.00	1630.00	1650.00	1670.00	1500.00	1500.00	1500.00	1320.00	1320.00	1320.00	1320.00						
<b>Promedio</b>	1620.00	1700.00	1650.00	1630.00	1650.00	1670.00	1500.00	1500.00	1500.00	1320.00	1320.00	1320.00	1320.00							
<b>Lado Prom</b>	5.03	5.03	5.34	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.11	5.06	5.06	5.06	5.06							
<b>Área</b>	25.30	25.30	28.52	26.11	26.11	26.11	26.11	26.11	26.11	25.60	25.60	25.60	25.60							
<b>7d</b>	65.87	65.87	57.86	57.44	57.44	57.44	57.44	57.44	57.44	51.56	51.56	51.56	51.56							

	Patrón					5%					10%					15%				
	Carga	1770.00	1790.00	1700.00	1680.00	1700.00	1720.00	1650.00	1650.00	1650.00	1460.00	1460.00	1460.00	1460.00						
<b>Promedio</b>	1770.00	1790.00	1700.00	1680.00	1700.00	1720.00	1650.00	1650.00	1650.00	1460.00	1460.00	1460.00	1460.00							
<b>Lado Prom</b>	4.96	4.96	5.19	5.12	5.12	5.12	5.12	5.12	5.12	5.06	5.06	5.06	5.06							
<b>Área</b>	24.60	24.60	26.94	26.21	26.21	26.21	26.21	26.21	26.21	25.60	25.60	25.60	25.60							
<b>28d</b>	72.35	72.35	63.11	62.94	62.94	62.94	62.94	62.94	62.94	57.02	57.02	57.02	57.02							




  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES**  
**USAT**  
**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**TECNICO DE LABORATORIO**

  
 Henry Rivas  
 Ojeda  
 USAT  
 Laboratorio de Materiales



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



**Tesista** : Carloman David Pérez Velásquez  
**Escuela** : Escuela de Ingeniería Civil  
**Tesis** : Análisis de mortero para tarrajeo de muros incorporando lana de vidrio para disminuir el ruido en ambientes de edificaciones  
**Lugar** : Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.  
**Fecha** : Chiclayo, 19 de Mayo del 2025

Ensayo : Adherencia (Modulo de área bruta de rotura)  
 Referencia : E518/E518M - 10

Muestras	L (cm)	b (cm)	d (cm)	Carga Aplicada P (Kgf)	Modulo de área bruta de rotura R (Kgf/cm2)	Promedio R (Kgf/cm2)
Patrón	16.5	11.5	9	467	6.20	6.24
	16.5	11.5	9	471	6.26	
	16.5	11.5	9	470	6.24	
Lana de vidrio al 5%	16.5	11.5	9	438	5.82	5.85
	16.5	11.5	9	443	5.89	
	16.5	11.5	9	440	5.85	
Lana de vidrio al 10%	16.5	11.5	9	430	5.71	5.71
	16.5	11.5	9	432	5.74	
	16.5	11.5	9	427	5.67	
Lana de vidrio al 15%	16.5	11.5	9	430	5.71	5.67
	16.5	11.5	9	425	5.65	
	16.5	11.5	9	426	5.66	

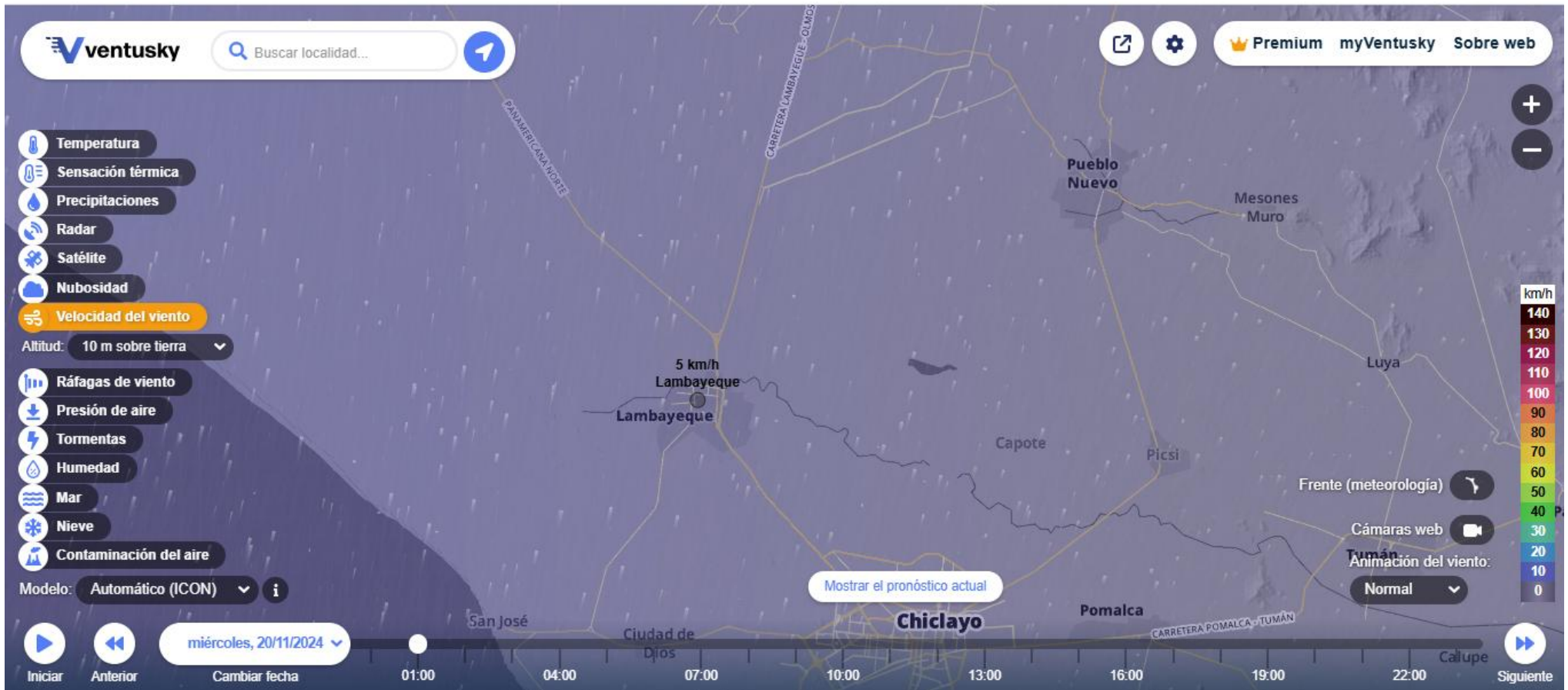
ADHERENCIA POR FLEXIÓN

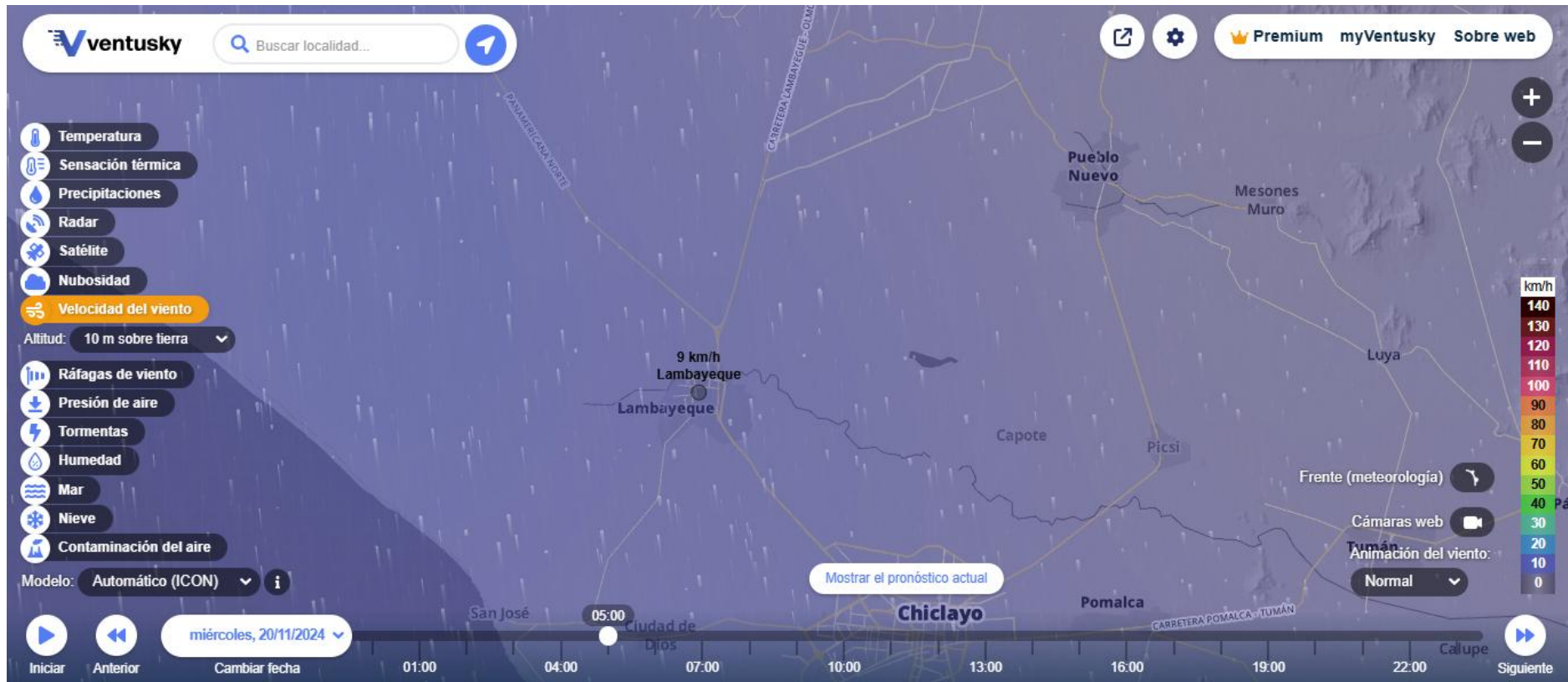


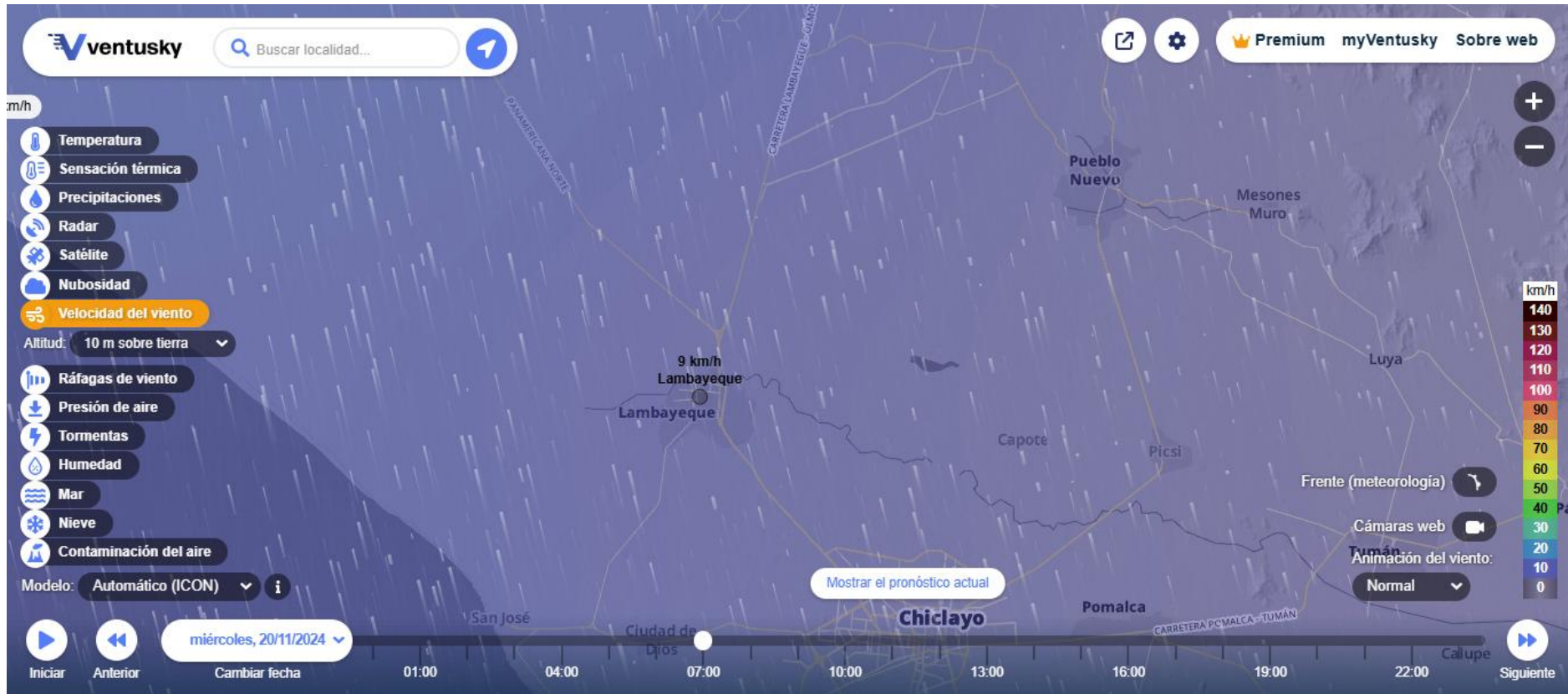
Anexo 5: Velocidad del Viento

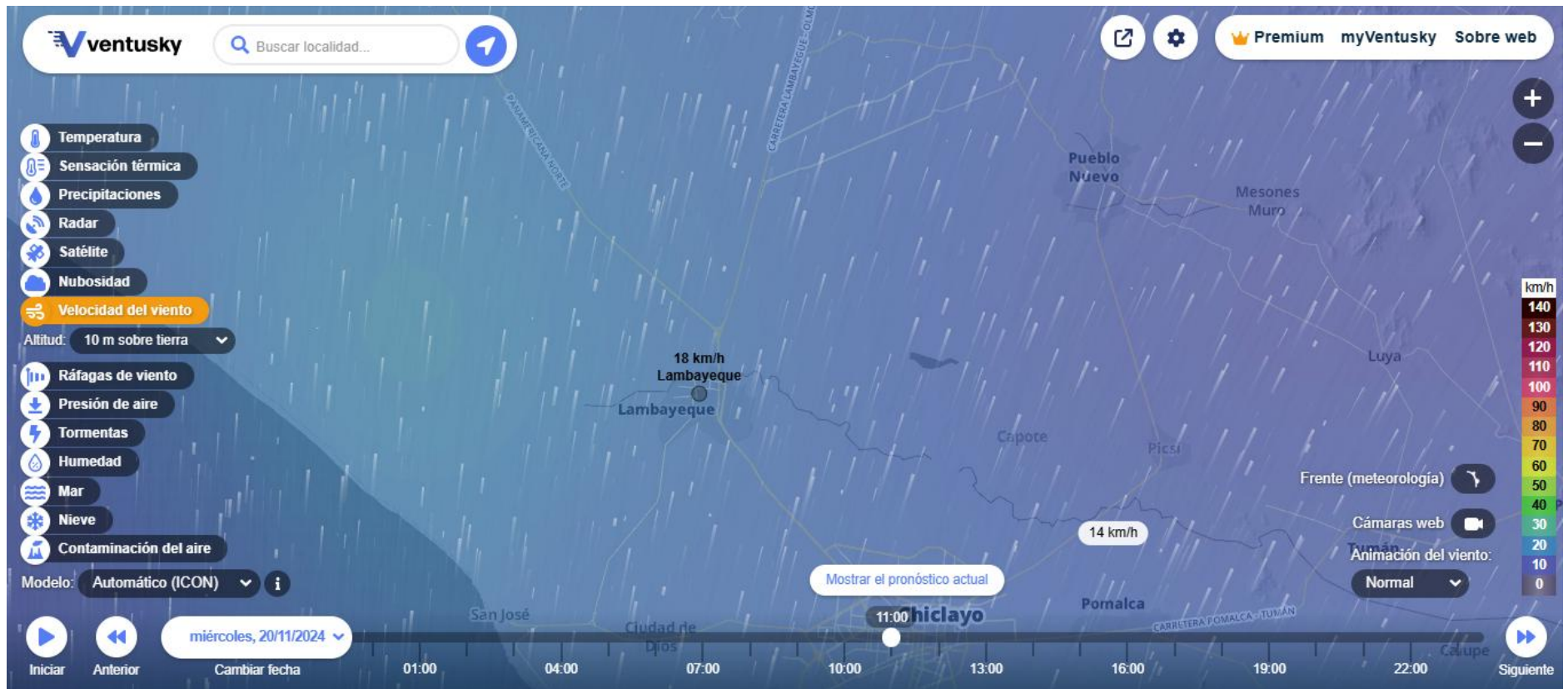
MIÉRCOLES 20/11/2024

<https://www.ventusky.com/?p=-6.686;-79.883;11&l=wind-10m&t=20241120/1200>

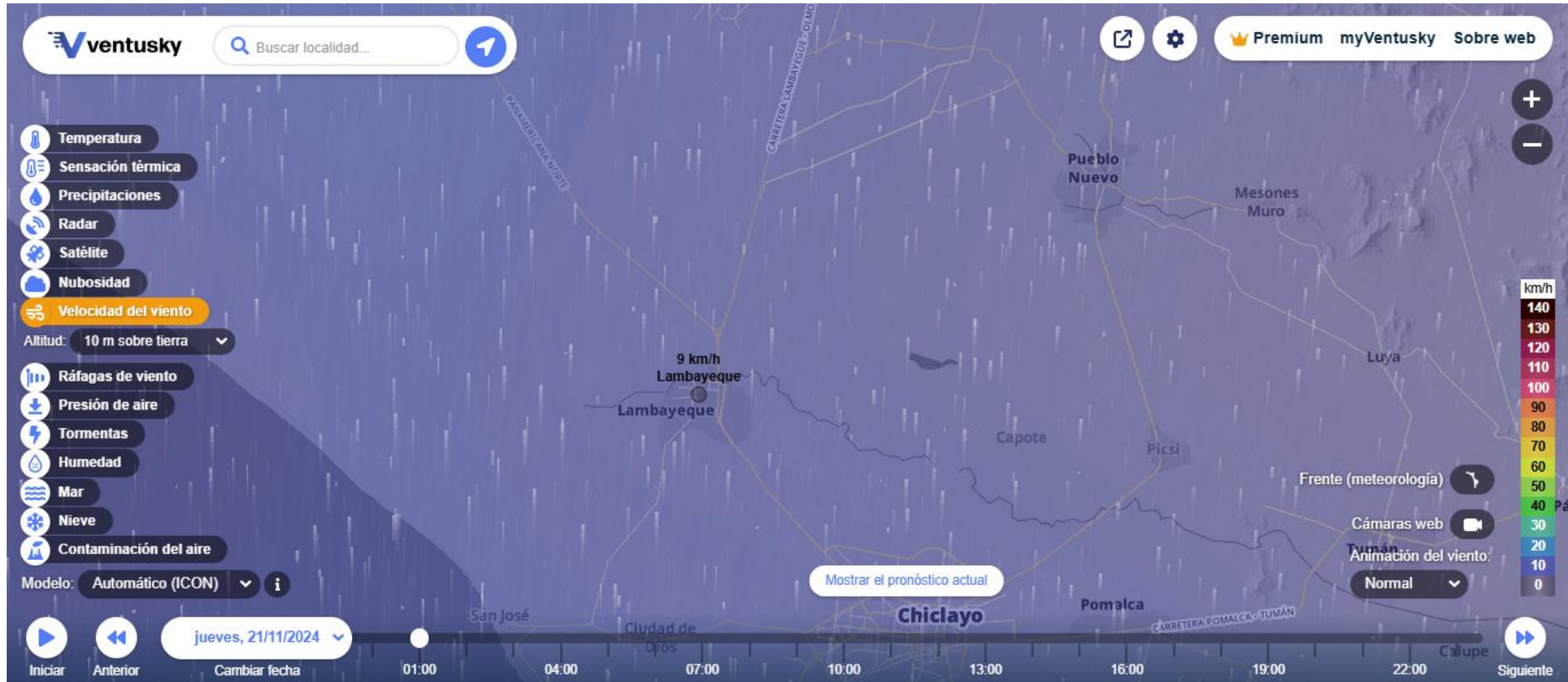


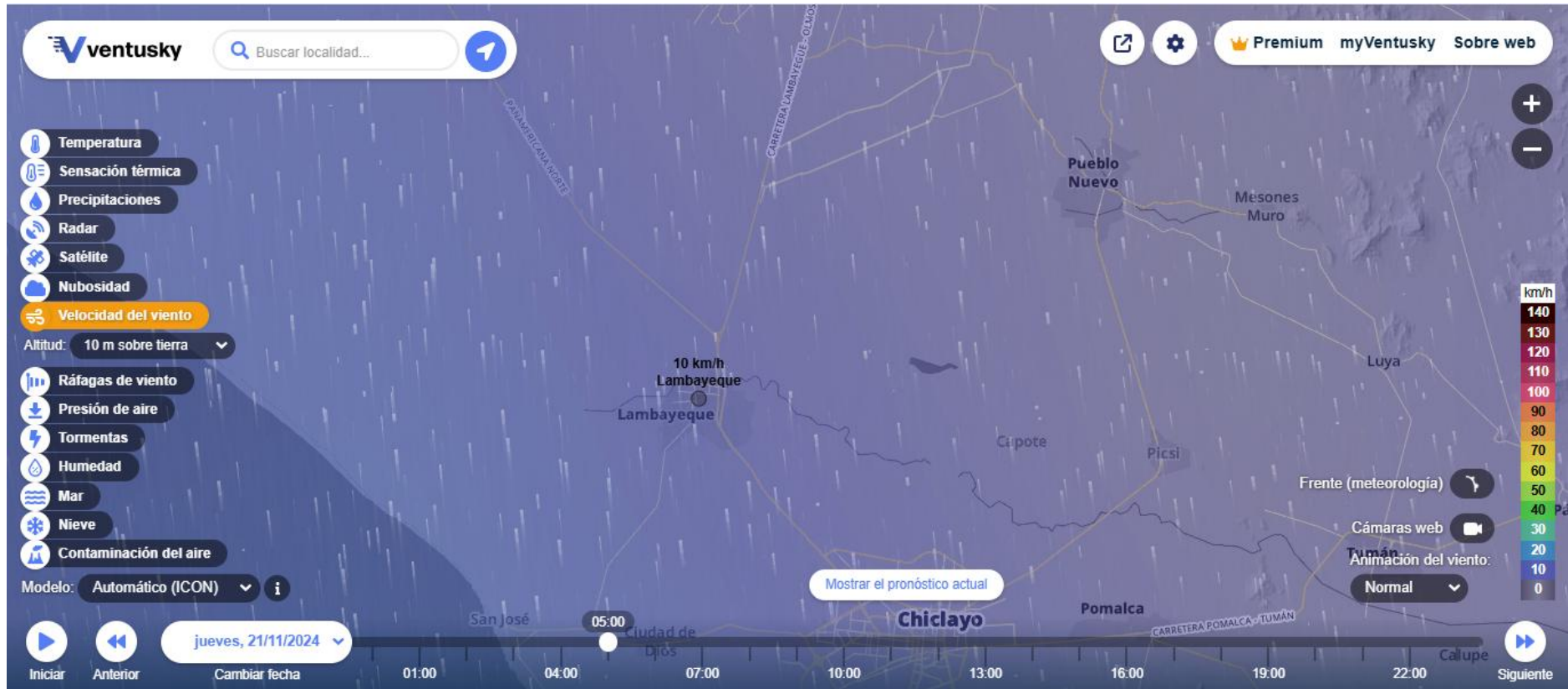


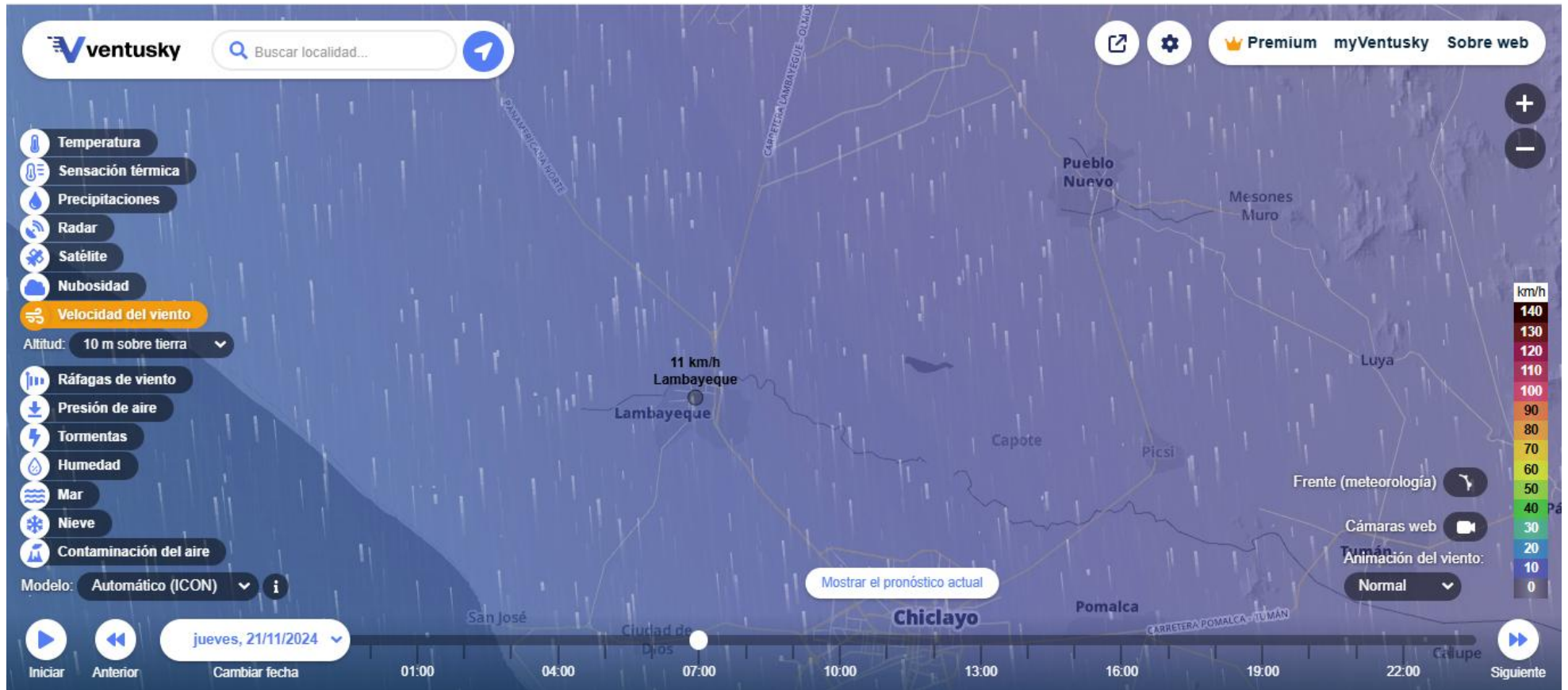


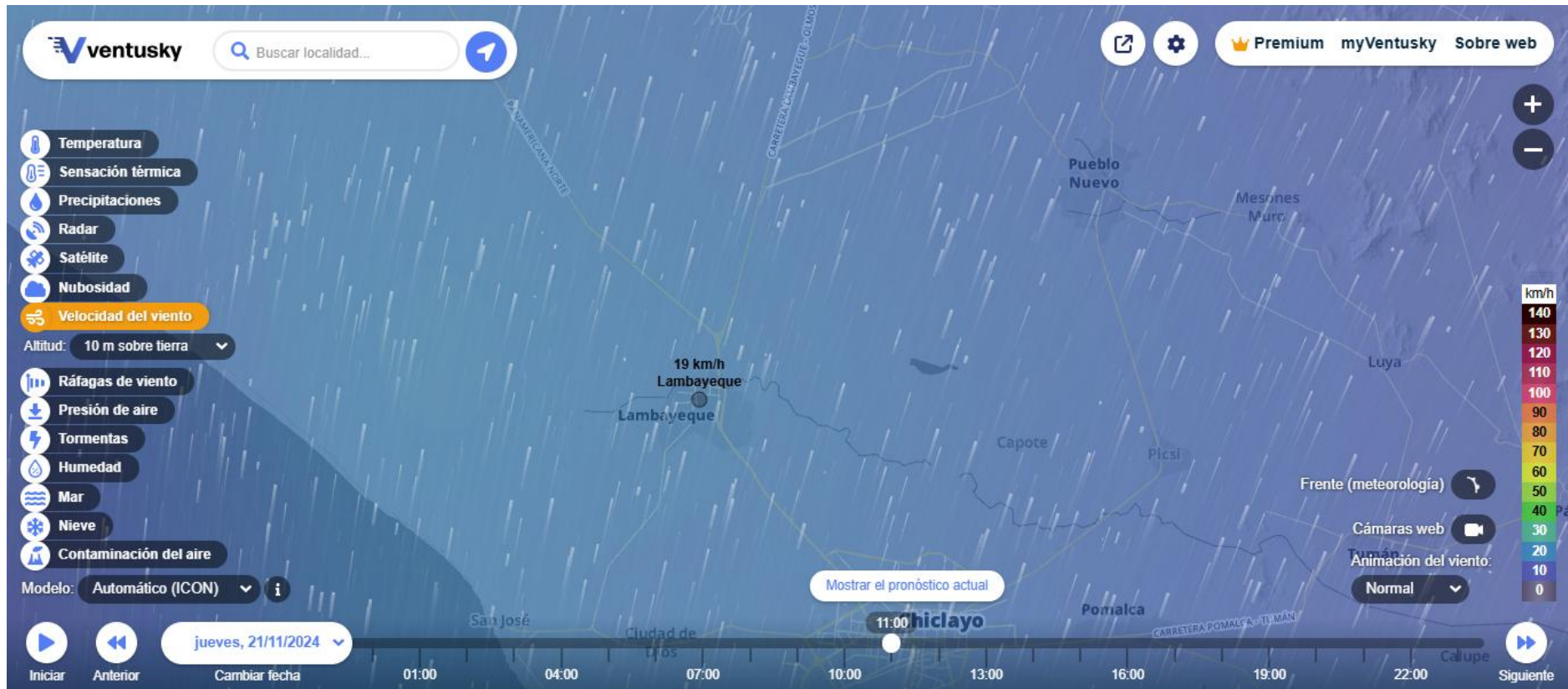


JUEVES 21/11/2024









VIERNES 22/11/2024

