



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Evaluación de las Propiedades del Mortero de  
Revestimiento Modificado con Poliestireno como Aislante  
Térmico**

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

**Autor**

Bach. Toro Coronado Luis Deiner  
<https://orcid.org/0000-0002-7113-9099>

**Asesor**

Mag. Medrano Lizarzaburu Eithel Yván  
<https://orcid.org/0000-0001-6154-4392>

**Línea de Investigación**

**Infraestructura Tecnología y Medio Ambiente**

**Pimentel – Perú**

**2023**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO  
MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO**

**Aprobación del jurado**

---

MAG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MAG. CESPEDES DEZA JOSE ALFREDO ROLANDO

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MAG. MEDRANO LIZARZABURU EITHEL YVÁN

**Vocal del Jurado de Tesis**

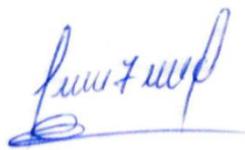
**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro (amos) bajo juramento que soy (somos) autor(es) del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO  
MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Toro Coronado Luis Deiner	DNI: 71194992	
---------------------------	---------------	---

Pimentel, 12 de mayo de 2023.

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a mi familia, especialmente a mis padres, abuelos y hermano por su soporte constante en mi carrera profesional, por su inspiración y orientación que me han ayudado a alcanzar mis objetivos.

**Bach.Toro Coronado Luis Deiner**

## **Agradecimientos**

A dios por darme salud y fortaleza para culminar mi carrera profesional.

A mis padres por apoyarme en los momentos difíciles, por sus consejos y la confianza dada en mí.

A mi hermano por su apoyo, a lo largo de la carrera profesional.

A los docentes por compartir sus conocimientos y experiencia, a mis compañeros que siempre me apoyaron en todo momento.

**Bach. Toro Coronado Luis Deiner**

## Índice

Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos .....	v
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de formulas.....	x
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.2. Formulación del problema .....	27
1.3. Hipótesis.....	27
1.4. Objetivos.....	28
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	28
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	44
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	44
2.2. Variables, Operacionalización.....	45
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección .....	48
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	51
2.5. Procedimientos de análisis de datos.....	52
2.6. Criterios éticos.....	71
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
3.1. Resultados.....	73
3.2. Discusión .....	102
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
4.1. Conclusiones .....	106
4.2. Recomendaciones .....	108
REFERENCIAS .....	110
ANEXOS.....	117

## Índice de tablas

<b>Tabla I</b> Propiedades químicas del poliestireno.....	31
<b>Tabla II</b> Tipos de cemento y usos .....	32
<b>Tabla III</b> Aplicaciones de los morteros a base de cemento .....	34
<b>Tabla IV</b> Fluidez del mortero.....	35
<b>Tabla V</b> Granulometría del árido fino .....	40
<b>Tabla VI</b> Módulo de finura según la clasificación de los agregados finos .....	40
<b>Tabla VII</b> Variable independiente.....	46
<b>Tabla VIII</b> Variable dependiente.....	47
<b>Tabla IX</b> Muestras de mortero patrón y modificado con poliestireno para el ensayo de resistencia a la compresión.....	49
<b>Tabla X</b> Muestras de mortero patrón y modificado con poliestireno para el ensayo de resistencia a la flexión.....	49
<b>Tabla XI</b> Muestras de mortero patrón y modificado con poliestireno para el ensayo de resistencia a la tracción.....	50
<b>Tabla XII</b> Maquetas sometidas a ensayo térmico en un frigorífico en un intervalo de tiempo .....	50
<b>Tabla XIII</b> Tiempo para la rotura de especímenes .....	64
<b>Tabla XIV</b> Tiempo para la rotura de especímenes de ensayo.....	67
<b>Tabla XV</b> Tiempo para la rotura de especímenes .....	69
<b>Tabla XVI</b> Peso específico y absorción del agregado fino – canteras de estudio.....	77
<b>Tabla XVII</b> Peso unitario del agregado fino – canteras de estudio .....	77
<b>Tabla XVIII</b> Contenido de humedad del agregado fino – canteras de estudio .....	78
<b>Tabla XIX</b> Resumen de los ensayos del agregado fino de la cantera seleccionada.....	79
<b>Tabla XX</b> <i>Peso unitario del Poliestireno</i> .....	79
<b>Tabla XXI</b> Peso específico y absorción del Poliestireno.....	80
<b>Tabla XXII</b> Diseño del mortero patrón 1:4.....	81
<b>Tabla XXIII</b> Diseño de los morteros 1:4 con sustitución de 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno por agregado fino.....	82
<b>Tabla XXIV</b> Resumen de los diseños de mortero Patrón y modificado con poliestireno (Dosificación en volumen).....	83
<b>Tabla XXV</b> Resumen de los diseños de mortero patrón y modificado con poliestireno (Dosificación en peso).....	84
<b>Tabla XXVI</b> Registro de datos de la temperatura a la maqueta de mortero patrón 1:4 y maquetas de mortero 1:4 con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno .....	99

## Índice de figuras

<b>Fig. 1.</b> Perlas de poliestireno (EPS).....	29
<b>Fig. 2.</b> Distribución del agregado fino (uniformes y variados).....	39
<b>Fig. 3.</b> Diagrama de flujo de procesos .....	53
<b>Fig. 4.</b> La Victoria - Pátapo .....	54
<b>Fig. 5.</b> Cemento tipo I (Pacasmayo).....	55
<b>Fig. 6.</b> Perlas de poliestireno .....	55
<b>Fig. 7.</b> Agua utilizada para el diseño .....	56
<b>Fig. 8.</b> Granulometría del agregado fino .....	57
<b>Fig. 9.</b> Peso unitario del agregado fino .....	58
<b>Fig. 10.</b> Peso unitario del poliestireno .....	58
<b>Fig. 11.</b> Saturación del agregado fino hasta alcanzar un volumen de 500 cm <sup>3</sup> .....	60
<b>Fig. 12.</b> Muestras para el ensayo de contenido de humedad.....	61
<b>Fig. 13.</b> Mesa de flujo para el ensayo de fluidez .....	62
<b>Fig. 14.</b> Ensayo de fluidez del mortero.....	63
<b>Fig. 15.</b> Resistencia a la compresión .....	65
<b>Fig. 16.</b> Cubos ensayados a los 3 días .....	65
<b>Fig. 17.</b> Resistencia a la flexión de prismas .....	67
<b>Fig. 18.</b> Prismas ensayados a los 3 días.....	68
<b>Fig. 19.</b> <i>Dimensiones del molde para el ensayo tracción</i> .....	69
<b>Fig. 20.</b> Ensayo de resistencia a la tracción.....	70
<b>Fig. 21.</b> Llenado de maqueta para el ensayo térmico.....	71
<b>Fig. 22.</b> Maquetas para ensayo térmico .....	71
<b>Fig. 23.</b> Cantera “La Victoria - Pátapo”: Distribución granulométrica.....	74
<b>Fig. 24.</b> Cantera “Tres Tomas – Ferreñafe” - Distribución granulométrica.....	75
<b>Fig. 25.</b> Cantera “Pacherrez – Pucalá” - Distribución granulométrica.....	76
<b>Fig. 26.</b> Relación Agua/Cemento utilizada en los diseños.....	83
<b>Fig. 27.</b> Fluidez del mortero 1:4 y morteros 1:4 con poliestireno .....	85
<b>Fig. 28.</b> Resistencia a la compresión del mortero 1:4 a los 3, 7 y 28 días .....	86
<b>Fig. 29.</b> Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 3% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días.....	87
<b>Fig. 30.</b> Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 5% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días.....	87
<b>Fig. 31.</b> Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 7% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días.....	88

<b>Fig. 32.</b> Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 9% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días.....	89
<b>Fig. 33.</b> Resistencia a la compresión a los 28 días del mortero patrón 1:4 y morteros 1:4 con poliestireno .....	89
<b>Fig. 34.</b> Resistencia a la flexión del mortero 1:4 a los 3, 7 y 28 días.....	90
<b>Fig. 35.</b> Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 3% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días .....	91
<b>Fig. 36.</b> Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 5% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días .....	92
<b>Fig. 37.</b> Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 7% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días .....	92
<b>Fig. 38.</b> Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 9% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días	93
<b>Fig. 39.</b> Resistencia a la flexión del mortero 1:4 y morteros 1:4 con poliestireno a los 28 días .....	94
<b>Fig. 40.</b> Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero patrón 1:4.....	95
<b>Fig. 41.</b> Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero 1:4 con 3% de poliestireno .....	95
<b>Fig. 42.</b> Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero 1:4 con 5% de poliestireno .....	96
<b>Fig. 43.</b> Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero 1:4 con 7% de poliestireno .....	97
<b>Fig. 44.</b> Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero 1:4 con 9% de poliestireno .....	97
<b>Fig. 45.</b> Resistencia a la tracción a los 28 días del mortero 1:4 y morteros 1:4 con poliestireno .....	98
<b>Fig. 46.</b> Representación gráfica del ensayo de temperatura en el interior de las maquetas de mortero .....	101
<b>Fig. 47.</b> Temperatura del interior de la maqueta de mortero patrón VS temperatura del interior de la maqueta de mortero con 7% de poliestireno (porcentaje optimo) .....	101

## Índice de formulas

<b>Formula 1</b> Peso específico y absorción.....	59
<b>Formula 2</b> Contenido de humedad.....	60
<b>Formula 3</b> Fluidez .....	62
<b>Formula 4</b> Resistencia a la compresión.....	64
<b>Formula 5</b> Resistencia a la flexión.....	66

## Resumen

En el sector construcción el mortero es considerado uno de los materiales más utilizados, y su producción requiere tanto de recursos renovables como no renovables, con el fin de reducir el consumo de áridos naturales, se ha realizado estudios enfocados a verificar si el mortero con sustitución de poliestireno por agregado fino se puede usar en morteros como aislante térmico. El objetivo de esta investigación es evaluar las propiedades del mortero de revestimiento modificado con poliestireno como aislante térmico. La metodología aplicada fue la elaboración de muestras de mortero convencional y mortero modificado con poliestireno en la proporción 1:4 en porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9%; los cuales fueron sometidos a ensayos de fluidez, resistencia a la compresión, flexión y tracción y al ensayo térmico en maquetas de mortero. Según los resultados, la fluidez varía de acuerdo al porcentaje de sustitución de poliestireno, el mortero convencional alcanzó mayor resistencia a compresión que los de sustitución en 6.55%, 11.89%, 16.97% y 26.72%, en flexión el mortero convencional fue superior en 2.88%, 9.87%, 20.76% y 29.87% a los morteros con poliestireno, y en tracción el mortero convencional fue superior en 9.08%, 15.66%, 21.56 % y 26.85%, en el ensayo térmico se determinó que la maqueta con 7% conservo mejor la temperatura que la maqueta de mortero convencional, con un aumento del 108.86%, siendo este el porcentaje óptimo para un mortero de revestimiento como aislante térmico. Se concluyó que el mortero con poliestireno tiene una influencia positiva como aislante térmico.

**Palabras clave:** Mortero convencional, mortero con poliestireno, propiedades físicas y mecánicas, aislante térmico.

## Abstract

In the construction sector, mortar is considered one of the most used materials, and its production requires both renewable and non-renewable resources. In order to reduce the consumption of natural aggregates, studies have been carried out to verify if mortar with polystyrene substitution by fine aggregate can be used in mortars as thermal insulator. The objective of this research is to evaluate the properties of coating mortar modified with polystyrene as a thermal insulator. The methodology applied was the elaboration of samples of conventional mortar and mortar modified with polystyrene in the proportion 1:4 in percentages of 3%, 5%, 7% and 9%; which were subjected to tests of fluidity, compressive strength, flexural and tensile strength and thermal test in mortar mock-ups. According to the results, the fluidity varies according to the percentage of polystyrene substitution, the conventional mortar reached higher compressive strength than the substitution mortars in 6.55%, 11.89%, 16.97% and 26.72%, in flexion the conventional mortar was superior in 2.88%, 9.87%, 20.76% and 29.87% to the mortars with polystyrene, and in traction the conventional mortar was superior in 9.08%, 15.66%, 21.56% and 26.85%, in the thermal test it was determined that the model with 7% conserved the temperature better than the model with conventional mortar, with an increase of 108.86%, being this the optimum percentage for a coating mortar as thermal insulator. It was concluded that the mortar with polystyrene has a positive influence as a thermal insulator.

**Keywords:** Conventional mortar, mortar with polystyrene, physical and mechanical properties, thermal insulator.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

Cada día en Francia, se producen toneladas de áridos para satisfacer la demanda. Sin embargo, las materias primas naturales utilizadas normalmente para producir áridos se están agotando, y la sociedad está cada vez más preocupada por los estragos al medio donde vivimos. Por ello, crece el interés por la posibilidad de utilizar sedimentos y residuos plásticos para producir áridos artificiales. Varios estudios han demostrado que el uso de residuos plásticos como sustituto en vez áridos convencionales y el uso de plástico reciclado en la producción de áridos ligeros, muestran buenas propiedades mecánicas y una baja absorción de agua en comparación con los agregados naturales [1].

El sector de la construcción es el que más energía consume en el mundo y tiene un importante impacto ecológico. De hecho, la fabricación de hormigón sobreutiliza recursos naturales como la arena o la grava, y existe una necesidad urgente de emplear materiales alternativos en la construcción. La elección de los materiales adecuados son muy importantes en el éxito de un proyecto de calidad medioambiental. Esto sugiere el uso de nuevas soluciones alternativas, basadas en materiales reciclados o residuos [2].

La mezcla de residuos plásticos con arena en el mortero ofrece una doble ventaja: mejora las propiedades específicas del mortero y reduce la contaminación ambiental, al tiempo que hace frente a la escasez de arena natural [3]. Teniendo en cuenta el importante consumo de recursos naturales y energía del sector de la construcción, cualquier material de construcción que minimice el uso de recursos naturales o incorpore materiales de desecho en cierta medida podría ser muy prometedor para el futuro [4].

El poliestireno expandido (EPS) es un material de construcción versátil que mejora el diseño. Desde su uso como aislante tradicional en la década de 1950, el EPS ha evolucionado y se ha empleado en una amplia variedad de aplicaciones [5]. A medida que aumenta la conciencia medioambiental en todo el mundo, muchas industrias, adoptan medidas para

reducir su huella ecológica. La industria de la construcción está comprometida a reducir el uso de recursos naturales y energía en los edificios, mientras que los fabricantes de materiales de construcción ponen en marcha iniciativas sostenibles para cumplir estos objetivos [6].

La incorporación de los residuos industriales y agrícolas en la India, como cáscara de huevo (ES), cenizas volantes (FA) y poliestireno reducen la conductividad térmica del mortero de cemento compuesto significativamente sin comprometer propiedades importantes como resistencia y trabajabilidad [7].

Al reemplazar el cemento que tiene gran cantidad de energía incorporada contribuye a una reducción significativa de energía y de la emisión de gases. En Trinidad y Tobago se explora al poliestireno expandido (EPS) como nueva alternativa de sustitución del cemento en los morteros de bases convencionales para unir unidades de mampostería. La eliminación de productos EPS es un problema medioambiental global y el uso del mortero de EPS proporciona un crédito energético a la industria de la construcción. Además, proporciona una alternativa sostenible, respetuosa con el medio ambiente y no intensiva en energía, a los morteros a base de cemento, sino también ofrece una solución de reciclaje para desechos voluminosos de EPS no biodegradables [8].

El mortero es uno de los componentes más importantes de los compuestos a base de cemento. En Turquía, los agregados también tienen un impacto significativo en las propiedades del mortero. Generalmente, los áridos finos naturales y triturados se utilizan en la producción de morteros para diferentes aplicaciones y objetivos, uno de los cuales es la conservación de energía en edificios e instalaciones. La Vermiculita y el poliestireno de desecho como agregados en el mortero presentan una oportunidad para reducir el peso unitario y la conductividad térmica, que son importante para el aislamiento térmico [9].

Las espumas de poliestireno expandido (EPS) son muy utilizadas como aislantes térmicos, especialmente para el aislamiento de edificios. Por lo tanto, la transferencia de calor

en estos materiales se ha estudiado y optimizado exhaustivamente. Sin embargo, debido a su baja densidad, la radiación térmica IR que se propaga a través de su estructura porosa todavía contribuye significativamente a la transferencia de calor total. Para aumentar aún más sus prestaciones de aislamiento, es muy prometedora la adición de partículas que interactúen fuertemente con la radiación IR en la matriz polimérica [10].

El uso generalizado de plásticos, especialmente el poliestireno expandido (EPS) en la construcción, requiere nuevos enfoques de bajo impacto ambiental para el mejoramiento de las producciones y reducción de los subproductos. El EPS es un polímero termoplástico ampliamente utilizado en muchas aplicaciones (edificios, envases) debido a las características relevantes como aislamiento térmico, durabilidad, ligereza, resistencia, absorción de impactos y procesabilidad; su adición como agregado en los conglomerantes cementantes permite obtener materiales cementantes de alto rendimiento y económicos [11].

La incorporación de perlas de poliestireno reciclado en materiales cementosos presenta un enfoque viable para mejorar el aislamiento de edificios y minimizar el uso de energía. Además, este método sirve como un medio eficaz de reducción de residuos, ya que permite la reutilización de materiales desechados [12].

La adición de poliestireno expandido (EPS) al mortero, busca ser un aporte en el mejoramiento de estos, incidiendo directamente aumentando la trabajabilidad, absorción de agua y la relación de huecos, y la baja porcentual de su densidad y compresión respecto al mortero convencional. Utilizar desechos de caucho y EPS en la mezcla del mortero produce un material más liviano y fácil de manejar [13]. Un nuevo método de preparación de mortero, está saliendo a la luz en China y es con adición de EPS y consiste en utilizar dos adhesivos de emulsión polimérica: adhesivo comercial de polivinilo formaldehído soluble en agua y emulsión de acetato de polivinilo [14].

Dado que el uso de espuma de poliestireno ya está muy extendido en la construcción, es importante conocer su comportamiento bajo la influencia de diversos fenómenos.

Históricamente, el campo de la ingeniería civil ha utilizado una variedad de materiales para construir paredes divisorias. La espuma de poliestireno tiene la ventaja de optimizar los costos y reducir los plazos de entrega. Este material consume menos energía debido a sus excelentes propiedades térmicas, y en este sentido, el poliestireno se utiliza frecuentemente en las construcciones de viviendas de intereses sociales en los sectores de la construcción en Venezuela, y aún se desconoce su comportamiento. Está influenciado por varios fenómenos naturales y artificiales [15].

En los últimos años, el mortero de aislamiento térmico con gránulos de poliestireno se ha convertido en un material ampliamente utilizado debido a sus múltiples beneficios. Entre ellas se encuentran un buen aislamiento térmico, un rendimiento técnico excelente, una fácil construcción y un bajo costo. Estas características hacen que el mortero de aislamiento térmico de gránulos de poliestireno sea una opción atractiva para muchos proyectos de construcción. El mortero aislante de granos de poliestireno compuesto se utiliza generalmente en el exterior de la pared al igual que otros materiales de construcción de paredes, tiene propiedades porosas [16].

El aislamiento térmico ayuda a reducir la demanda energética en los hogares y prolongan los períodos de confort térmico generados por los sistemas de refrigeración y calefacción. El aislamiento convencional, a pesar de sus ventajas, puede no ser económicamente viable para todos los sectores de la población, por lo que se están realizando estudios sobre nuevas alternativas utilizando poliestireno expandido (EPS) [17]. En España se está difundiendo mucho la reutilización de residuos como el poliestireno expandido (EPS) para obtener morteros ligeros. Los factores e interacciones que afectan las propiedades de estos morteros deben ser estudiados más profundamente [18].

El poliestireno expandido (EPS) en Egipto ha sido objeto de varias investigaciones actuales. Este material tiene la posibilidad de aclarar los compuestos minerales gracias a su estructura altamente porosa. Puede proporcionar más aislamiento térmico y acústico para

edificios. Además, el uso de poliestireno expandido, si procede de residuos (materiales no biodegradables), tiene otra ventaja, la protección del medio ambiente. De hecho, en muchos trabajos han introducido el poliestireno expandido en materiales cementosos. Generalmente se han obtenido buenos resultados, especialmente en aislamientos térmicos [19].

El poliestireno expandido (EPS) y su cinética de transferencia de calor se han convertido en un estudio moderno debido a las ventajas de reducción de la contaminación y ahorro de energía, así como sus evidentes propiedades de aislamiento térmico [20]. Con el avance y la promoción de los edificios ecológicos, los muros de corte de acero moldeado en frío (CFS) con relleno han ganado una atención considerable. Para promover el grado de ensamblaje, novedosos muros de corte CFS prefabricados rellenos de morteros ligeros de poliestireno expandido (EPS) se vienen desarrollando diferentes tipos y su correspondiente método de conexión [21].

El poliestireno expandido (EPS) ha sido objeto de varias investigaciones actuales. Este material tiene la posibilidad de aclarar los compuestos minerales gracias a su estructura altamente porosa. Puede proporcionar más aislamiento térmico y acústico para edificios. Además, el uso de poliestireno expandido, si procede de residuos (materiales no biodegradables), tiene otra ventaja, la protección del medio ambiente. De hecho, muchos trabajos han introducido el poliestireno expandido en materiales cementosos. Generalmente se han obtenido buenos resultados, especialmente en aislamientos térmicos [22].

Las investigaciones han demostrado que es viable y posible utilizar poliestireno expandido (EPS) sustituyendo a la arena en el mortero. La trabajabilidad del mortero fresco determina su facilidad de aplicación; el mortero sustituyendo arena por EPS presenta consistencia por encima del rasgo de referencia, obteniendo mejor dispersión [23]. La incorporación de áridos plásticos como sustitución parcial de los áridos naturales en los materiales cementosos es interesante por diversas razones. Desde un punto de vista mecánico, al reemplazar parcialmente la arena por áridos plásticos podría mejorar algunas

propiedades. Además, esta sustitución podría tener beneficios ambientales al reducir el uso de áridos naturales y la generación de residuos plásticos [24].

La Unión Europea se dirige cada vez más hacia la construcción sostenible. Un constituyente particularmente importante de la estrategia de construcción sostenible está representado por la reducción de la energía operativa en los edificios. Una solución popular para disminuir la pérdida de calor a través de la envolvente exterior es el aislamiento térmico con paneles de poliestireno, de uso frecuente en sistemas compuestos (ETICS - Sistemas compuestos de aislamiento térmico externo). Estas soluciones son eficientes para el ahorro de energía operativa, ayudando a la disminución de la contaminación y degradación ambiental debido a los actuales sistemas de producción de energía [25].

En un contexto mundial en el que la necesidad de viviendas de calidad crece a medida que aumenta el nivel de vida y la población, la sobreexplotación de los recursos naturales, como los materiales de construcción, se está transformando en un problema importante y el desarrollo de materiales de construcción alternativos utilizando materiales de desecho o reciclados se está convirtiendo en algo beneficioso. El poliestireno expandido (EPS) es un material que comúnmente se utiliza para embalaje o aislamiento. El EPS no es biodegradable y, por lo tanto, si se libera en la naturaleza después de su uso, no se puede descomponer de forma natural. Por lo tanto, reciclar EPS es de vital importancia para la proteger el medio ambiente [26].

En las últimas décadas, la fabricación y el consumo mundial de productos de plástico y de poliestireno (especialmente el poliestireno expandido (EPS)), han aumentado considerablemente debido a la alta correlación entre el uso y la producción de residuos de productos plásticos, por lo que el crecimiento ha contribuido a un aumento significativo de los residuos de plástico y la contaminación. Por ende, la reutilización de residuos hoy en día, debido a su potencial de contaminación, ha pasado a primer plano [27].

En comparación con naciones europeas y de América del Norte, la investigación sobre el confort térmico en el Perú ha sido limitada. En otros países, las edificaciones están diseñadas para un buen desempeño térmico sin depender de sistemas mecánicos para regular la temperatura en el interior de los ambientes. Para lograr un ambiente interno que sea considerado confortable en términos térmicos, es necesario que las personas sientan una sensación de bienestar en relación a la variación de la temperatura de su cuerpo con respecto al ambiente [28].

Los problemas ambientales en el Perú, son una de las mayores preocupaciones debido a la gran cantidad de residuos sólidos que se generan, incluyendo el poliestireno (EPS) y plásticos (PET), Aunque existen vertederos sanitarios para la disposición de residuos sólidos y para residuos peligrosos, la cantidad de residuos sólidos continúa aumentando en los diversos distritos del país. La utilización de envases hechos de EPS ha aumentado significativamente en los últimos años, lo que ha llevado a una grave contaminación ambiental. Si no se implementan tratamientos y usos adecuados del EPS, esta situación podría empeorar aún más [29].

El uso de mortero con poliestireno (EPS) en revestimiento de muros es una nueva alternativa para aislar las bajas temperaturas en las viviendas, además contribuye a las exigencias actuales de ahorro energético y menor impacto ambiental.

En el departamento de Lambayeque se está planteando este trabajo de investigación, que pretende darle solución al problema del friaje, creando un mortero que tenga propiedades térmicas, al sustituir en su diseño poliestireno.

Diversos autores realizaron los siguientes estudios:

Moutassem [30] En su estudio titulado “Ultra - Lightweight EPS Concrete: Mixing Procedure and Predictive Models for Compressive Strength”, tuvo por objetivo realizar una mezcla de calidad para el hormigón de EPS ultraligero y examinar los resultados de

compresión. Su metodología consistió en crear dos modelos predictivos que determinan la resistencia a la compresión en relación a la mezcla y densidad del hormigón. Los resultados experimentales muestran que el hormigón adicionado con EPS presenta valores en las densidades (fresco y endurecido) que van desde 458 a 996 kg/m<sup>3</sup> y los valores máx. y mín. de resistencia a la compresión de 7.79 y 1.45 MPa. Concluyó que la adición de EPS al hormigón, disminuye significativamente la densidad del concreto y puede usarse para cumplir requisitos de diseño con resistencias específicas.

Hacini et al [31] En su estudio titulado "Utilization and assessment of recycled polyethylene terephthalate strapping bands as lightweight aggregates in Eco-efficient composite mortars", cuyo objetivo fue evaluar las propiedades del mortero ligero que contiene agregados de polietileno triturado (SPETSB). Su metodología fue la suplencia de la arena silícea-calcárea por (SPETSB) en los porcentajes de 0, 15, 30, 45 y 60%. Los resultados fueron alentadores y confirmaron la viabilidad de fabricar mortero ligero con una densidad entre 1620 y 1944 Kg/m<sup>3</sup>, un f'c de 28.8 MPa y una conductividad térmica de 0.75 W/mK a los 28 días, para el 60% de SPETSB. Concluyó que la reacción álcali-sílice disminuye para todos los tipos de LWMSB, cuando aumenta la tasa de sustitución de SPETSB.

Qadir et al [32] En su estudio titulado "Development and mechanical testing of porous-lightweight geopolymer mortar", tuvieron por objetivo conocer las propiedades del nuevo mortero geopolímero poroso adicionado de arena de dunas y EPS como agregado grueso. Su metodología fue la sustitución de 15, 30 y 45% del volumen del geopolímero con perlas de espuma de (EPS). Los resultados tras someterse a un alto flujo de calor, mostraron que las muestras porosas pudieron reducir la transmisión de calor, así mismo la porosidad inducida conllevó a una caída de su compresión de 77.2 MPa para la muestra de control a 15.8 MPa para la muestra porosa. Concluyó que las propiedades del hormigón inducido con estos materiales pueden ser de utilidad dentro de los estándares exigidos de tabiquería en edificios y aceras en áreas urbanas para absorber el agua de lluvia.

Santos et al [33] En su estudio titulado “Acoustic performance of social housings in Brazil: Assessment of lightweight expanded polystyrene concrete as resilient subfloor”, tuvieron por objetivo estudiar el equilibrio entre la resistencia mecánica y el aislamiento acústico para hormigones ligeros adicionados con poliestireno expandido (EPS) para ser aplicados en pisos. Su metodología fue el uso de cemento, árido fino y perlas de EPS con un tamaño de 3mm. Los resultados mostraron que la resistencia a la compresión a los 28 días oscilo entre 1 y 8 Mpa sobre el intervalo de densidad de 700 a 1500 kg/m<sup>3</sup> y a su vez logra un equilibrio óptimo, especialmente en frecuencias superiores a 500 Hz. Así mismo concluyó que los hormigones ligeros con EPS cumplen con el nivel mínimo de desempeño que exige la norma brasileña para su uso en la construcción.

Cervantes [34] En su investigación titulada “Mortero con espuma de poliuretano reciclado aplicado como recubrimiento térmico exterior en muros”, cuyo objetivo fue evaluar el desempeño térmico en condiciones reales de un mortero con suplencia de árido fino por espuma de poliuretano reciclado. Su metodología fue la suplencia parcial del agregado fino calizo por espuma reciclada de poliuretano con respecto a su volumen de 15%, 20% y 25%. Los resultados revelaron que la resistencia a la compresión con la adición del 0, 15, 20, 25% es de 30.86 MPa, 27.62 MPa, 24.21 MPa y 23.15 MPa. Concluyó que con la sustitución del 20 % de agregado fino por espuma de poliuretano en el mortero, presenta los mejores resultados de resistencia y adherencia.

Tang van et al [35] En su estudio titulado “Properties and thermal insulation performance of light-weight concrete”, tuvieron por objetivo evaluar los efectos combinados de dos tipos de materiales, perlas de EPS y cenizas volantes sin procesar (FA) en las propiedades del hormigón ligero. Su metodología fue la sustitución de hormigón fresco por un 30, 40, 50 y 60 % en volumen de perlas de EPS y 20, 30 y 40 % en masa de (FA) por el cemento Portland. Los resultados muestran que con una adición del 60% EPS y 40% FA, la resistencia a la compresión oscilo de 4.08 a 31.2 Mpa, la tracción y el módulo de elasticidad estuvieron en el rango de 0.52 a 2.45 MPa y 3266 a 16855 MPa respectivamente. Concluyó

que, al aumentar las perlas de EPS y FA sin procesar, disminuyen la resistencia, módulo de elasticidad, densidad seca y la conductividad térmica sin embargo se efectúa un aumento del rendimiento de absorción y aislamiento térmico.

Leonavičius et al [36] En su investigación titulada “The impact of expanded polystyrene waste of different fineness on the properties of lightweight composite” tuvieron por objetivo realizar una investigación más detallada sobre el efecto de los residuos de poliestireno expandido (EPS) de diferente finura y forma en hormigones ligeros. Su metodología fue elaborar muestras de hormigón con cemento y residuos de EPS en diferentes fracciones. Los resultados de densidad del hormigón después de 28 días disminuyeron 1.4 veces (de 720 a 490 kg/m<sup>3</sup>) y la resistencia a la compresión de 2.3 a 1.75 MPa. Concluyeron que los residuos de EPS disminuyen el peso del hormigón y la resistencia del mismo.

Dafallay Al Shuraim [37] En su investigación titulada “Efficiency of polystyrene insulated cement blocks in arid regions”, tuvieron por objetivo investigar la eficacia del aislamiento que proporciona el poliestireno en el interior de la unidad de albañilería. Su metodología fue introducir poliestireno de relleno en el interior del bloque de cemento para perfeccionar las propiedades térmicas de las paredes. Los resultados muestran que las estructuras de bloques de concreto adicionadas con EPS proporcionan un escudo térmico y reducen la temperatura máxima diaria de 35°C grados a una media de 24 °C y también elevan la mínima temperatura desde 10 °C hasta una media de 16 °C. concluyó que los bloques de cemento adicionados con EPS influyen positivamente en el cambio de temperatura debido al comportamiento de manera diferente para diferentes temperaturas gradientes y diferentes niveles de calor.

Herrera [38] En su estudio titulado “Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos”, tuvo como objetivo definir las diferentes propiedades del mortero utilizando partículas de EPS. Su metodología fue utilizar EPS reciclado en diferentes

granulometrías y proporciones. Los resultados muestran que la relación cemento y polvo fino es 1:1 y se obtuvieron excelentes propiedades mecánicas 50Mpa, durante la compresión considerando que la resistencia del mortero varía en el rango de 17 Mpa. Concluyó que su uso en construcciones tradicionales puede resultar costoso, pero cuando se mezcla con EPS es ideal, porque reduce el uso del mortero y al mismo tiempo proporciona volumen, ligereza y aislamiento térmico.

Tittarelli et al [39] En su estudio titulado “Effect of Using Recycled Instead of Virgin EPS in Lightweight Mortars”, cuyo objetivo fue definir el efecto de EPS reciclado en lugar de EPS virgen en morteros livianos. Su metodología fue elaborar un mortero ligero con la sustitución de 33, 66 y 100% del volumen de arena por EPS virgen y reciclado. Los resultados evidencian que  $f'c$  a los 28 días para el mortero con adición de 33% de EPS virgen se obtiene un  $f'c=18$  Mpa y para el EPS reciclado un  $f'c= 21$ Mpa. Concluyó que al aumentar el EPS virgen y reciclado disminuye su resistencia a la compresión y su conductividad térmica.

Herihiri et al [40] En su estudio titulado “An investigation on the physical, mechanical and thermal properties of dune sand mortars lightened by expanded polystyrene beads (EPS)”, tuvieron por objetivo realizar el diseño y el estudio de un mortero basado en la mezcla de arena duna fina silíceo y arena caliza triturada aligerada por (EPS). Su metodología fue sustituir la arena por EPS en porcentajes de 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 100% con adición de aditivo plastificante (PL) en cantidades variables. Los resultados muestran que la densidad varía de 2227.5 kg/m<sup>3</sup> a 944.01 kg/m<sup>3</sup> para mezclas con 1% de PL y de 2204.98 kg/m<sup>3</sup> a 962.66 kg/m<sup>3</sup>, al incorporar el 100% de EPS y el 0.5% de PL, la resistencia a la compresión con el 100% de EPS se reduce de 31.58 a 12.40 MPa y de 29.47 a 10.34 MPa comparado con la mezcla convencional, y la resistencia a la flexión disminuye de 4.51 a 2.79 MPa para morteros con EPS del 0% y del 100%. Concluyó que la resistencia a la compresión y a flexión se reduce cuando se incrementa la adición de perlas de EPS.

Fahmy et al [41] En su investigación titulada “Use of expanded polystyrene wastes in developing hollow block masonry units”, Tuvieron por objetivo desarrollar unidades de mampostería de bloques huecos ligeros con características mecánicas y de durabilidad adecuadas para el uso en la industria de la construcción. Su metodología fue utilizar cinco dosis de EPS como suplencia de la arena en la mezcla en proporciones de 0%, 10%, 15%, 20% y 26%. Los resultados mostraron que la densidad de los bloques desarrollados osciló entre 2119 y 982 kg/m<sup>3</sup> y la resistencia a la compresión de los bloques huecos de EPS osciló entre 6,9 y 2,4 MPa y los bloques huecos de control 9,5 MPa. Concluye que la resistencia a la compresión en los bloques huecos de EPS se vio afectada por el contenido de EPS en la mezcla.

Milling et al [8] en su estudio titulado “Exploring the full replacement of cement with expanded polystyrene (EPS) waste in mortars used for masonry construction” tuvieron por objetivo elaborar mezclas de mortero con perlas de poliestireno expandido (EPS). Su metodología fue elaborar cinco (5) mezclas de mortero de EPS a partir de perlas de EPS. Los resultados mostraron que la resistencia a la tracción es 5.10 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero de EPS y 21.82 kg/cm<sup>2</sup> para el mortero de cemento. Concluyeron que los morteros con perlas de poliestireno expandido tienen menor resistencia que los morteros convencionales.

Bustamante y Diaz [42] En su estudio titulado “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado”, cuyo objetivo fue determinar las propiedades del concreto con perlas de EPS reciclado. Su metodología fue moler en un molino 5000 gr de EPS para obtener las perlas de EPS para adicionar en el diseño del concreto. Los resultados demuestran que para los volúmenes de agregado ligero (m<sup>3</sup>) de 0.37, 0.27, 0.30 y 0.30 se tiene un f'c de 87kg/cm<sup>2</sup>, 126 kg/cm<sup>2</sup>, 141 kg/cm<sup>2</sup> y 187.5 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de rotura de 23.9, 27.17, 28.24 y 31.18 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyó que, al aumentar la cantidad de EPS, la resistencia a la compresión y flexión disminuye.

Rodríguez [43] En su estudio titulado “Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural - Cajamarca”, cuyo objetivo fue definir las propiedades físico-mecánicas del concreto liviano con poliestireno expandido. Su metodología fue elaborar bloques de hormigón reemplazando en su dosificación la grava por EPS. Los resultados muestran que para una densidad de 1600 kg/m<sup>3</sup>, la resistencia a los 7, 14 y 28 días es 30.37, 53.50 y 62.75 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyó que una dosis aproximada para obtener las propiedades deseadas en bloques de concreto, es con una densidad de 1600kg/m<sup>3</sup>, f'c=62.75 kg/cm<sup>2</sup> y absorción de 7.70%.

Tinoco [44] En su estudio titulado “Efecto de la sustitución del agregado grueso por Tecnopor en la densidad y resistencia del concreto”, cuyo objetivo fue reemplazar con Tecnopor al agregado grueso para determinar los efectos tanto en la densidad y en la resistencia del concreto. Su metodología fue elaborar un concreto con el reemplazo parcial del árido grueso por partículas de Tecnopor en los porcentajes de 10, 20 y 30%. Los resultados muestran que las densidades del concreto patrón y con adición del 10, 20 y 30% de Tecnopor fueron de 2478.56, 2385.53, 2292.67 y 2191.86 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia de 294.44, 290.46, 281.11 y 269.55kg/cm<sup>2</sup>. Concluyó que para elaborar un concreto factible, el nivel óptimo de Tecnopor en sustitución del agregado grueso es de 20% porque muestra una relación aceptable en base a la resistencia y baja densidad.

Reyes y Torres [45] En su investigación titulada “Mortero modificado con poliestireno como aislante térmico, para revestimiento de muros”, tuvieron por objetivo evaluar el comportamiento térmico del mortero adicionado con EPS como aislante térmico. Su metodología fue la adición de EPS en el mortero en proporciones de 3, 5 y 7%. Los resultados revelaron que la resistencia a la compresión con adición de 0, 3, 5 y 7% es de 193.57, 154.21, 70.09 y 29.31 kg/cm<sup>2</sup> y los ensayos térmicos realizados a los cuatro prototipos de mortero con adición de EPS de 0%, 3%,5% y 7%, con el 7% de EPS se logró aislar la temperatura en un 50%. Concluyó que para mejorar la conservación térmica, el contenido de EPS óptimo en adición para el mortero deberá ser del 7%.

Paulino y Espino [46] en su estudio titulado “Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú”, cuyo objetivo fue comparar y analizar un concreto utilizando perlas de poliestireno en unidades de albañilería. Su metodología fue elaborar testigos y bloques de concreto con perlitas de EPS. Los resultados revelaron que la resistencia a la compresión alcanzada en 7, 14 y 28 días del concreto simple es 177, 195 y 223 kg/cm<sup>2</sup> y 75, 91 y 121 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto liviano, y el ensayo térmico al bloque de concreto liviano, da como conductividad térmica un coeficiente de 0.59 W/m<sup>°K</sup>, que es el 34% (1.73 W/m<sup>°K</sup>) de la conductividad de un concreto simple. Concluyó que el concreto liviano presenta menor resistencia que el concreto simple en un 52%.

Lopez, y Morriel [47] En su estudio titulado “Propuesta de adición de perlitas de poliestireno en unidades de albañilería y mortero para incrementar la durabilidad en muros no portantes frente a las heladas en la ciudad de Cusco”, tuvieron por objetivo aumentar la durabilidad de los muros de albañilería mediante la adición de perlitas de EPS en las cavidades vacías del ladrillo y en el mortero. Su metodología fue la elaboración de probetas, cubos y muros que fueron sometidos a ensayos físicos, mecánicos y térmicos. Los resultados demuestran que la resistencia del mortero de tarrajeo con adición de EPS en los porcentajes de 30%, 40% y 50% obtuvo resistencias de 41.45, 35.01 y 20.22 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyó que cuando se aumenta el contenido de EPS reduce la resistencia a la compresión, mientras que en el ensayo de congelamiento los especímenes con adición de EPS no sufren alteraciones considerables.

Alva y Pacheco [48] En su investigación titulada “Beneficios de las propiedades de un mortero hidráulico usando perlas de poliestireno para mejorar el módulo de rotura en una losa hidráulica en la ciudad de Iquitos”, el objetivo de su estudio fue investigar los beneficios de utilizar perlas de poliestireno en la preparación de mortero. su metodología consistió en elaborar diferentes mezclas de mortero, empleando un aditivo plastificante en algunas y perlas de poliestireno en otras. Los resultados obtenidos indicaron que la resistencia a la

compresión del mortero con aditivo plastificante varió entre 171 y 208 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que, en el caso del mortero con aditivo y perlas de poliestireno, los valores fluctuaron entre 167 y 210 kg/cm<sup>2</sup> para los diseños de 170 y 210 kg/cm<sup>2</sup>. En cuanto a la resistencia a la flexión, el mortero con aditivo plastificante arrojó valores de entre 23 y 29 kg/cm<sup>2</sup> para ambas dosificaciones, mientras que los morteros con aditivo y perlas de poliestireno obtuvieron valores de 38 y 43 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyeron que la inclusión de perlas de poliestireno mejora las propiedades mecánicas del mortero.

La utilización de poliestireno en la elaboración de morteros de revestimiento representa una innovadora combinación que conlleva a variaciones en las propiedades físicas-mecánicas y de aislamiento térmico en comparación con los morteros convencionales. Esta investigación representa una alternativa novedosa para su implementación en zonas de bajas temperaturas, y además disminuye el uso de agregados convencionales. El uso de estos morteros con poliestireno tiene beneficios ambientales, ya que pueden retener el frío sin necesidad de gastar energía eléctrica. Aunque su costo es mayor en comparación con el mortero tradicional, se justifica debido a su función como aislante térmico, lo que permitirá resolver un problema común en zonas de bajas temperaturas. Esta investigación es de gran valor científico, ya que brinda información relevante para evaluar la posibilidad de utilizar la sustitución de poliestireno en los morteros de revestimiento como aislante térmico.

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es el diseño óptimo del mortero con poliestireno en revestimientos como aislante térmico?

## **1.3. Hipótesis**

El uso de poliestireno en la elaboración de mortero de revestimiento, influye en sus propiedades como aislante térmico.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar las propiedades del mortero para revestimiento modificado con poliestireno como aislante térmico.

### **Objetivos específicos**

- Realizar el estudio de los materiales a emplear (agregado fino y poliestireno).
- Diseñar el mortero patrón en la proporción 1:4.
- Diseñar el mortero 1:4 con sustitución 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno por agregado fino.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del mortero patrón y mortero con sustitución de 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno por agregado fino.
- Elaborar maquetas de mortero patrón y mortero con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno que será expuesto a diferentes temperaturas.
- Determinar el porcentaje óptimo de poliestireno que ayudara al mortero a ser aislante térmico.

## **1.5. Teorías relacionadas al tema**

### **Poliestireno**

Es uno de los elementos termoplásticos rígidos más volátiles, con aire comprimido de un 98% y actúa como un material de aislamiento térmico/acústico. En la fabricación de poliestireno se utiliza un procedimiento de polimerización donde el estireno se combina con el agua para formar gotas que flotan en la fase acuosa. La principal función de los gránulos de poliestireno es reemplazar a la arena fina en un hormigón ligero [38].

El poliestireno expandido, es un plástico sólido y celular que contiene aire en su interior. Sus beneficios principales incluyen su capacidad para resistir el envejecimiento, su versatilidad y facilidad para ser moldeado, su excelente aislamiento térmico y acústico, su

capacidad para amortiguar impactos, su facilidad de manejo e instalación, su resistencia química, mecánica y a la humedad, así como su ligereza. El EPS se presenta en una amplia gama de productos con numerosas aplicaciones en la construcción y obras civiles [49].

El poliestireno es un material procedente de perlas de poliestireno pre-expandido, que combina un peso ultraligero con una versátil resistencia y aislamiento térmico. Estas propiedades hacen del EPS una buena alternativa a los materiales naturales, lo que hace que los proyectos de edificación tengan viabilidad, que de otro modo se retrasarían debido al tiempo y los costos de ejecución [50]. Además el poliestireno (EPS) virgen tiene un peso específico de  $17\text{kg/m}^3$  y la absorción de agua del EPS virgen es casi nula [51].

El EPS es un material con un amplio rango de uso porque tiene algunas propiedades valiosas como baja densidad, bajo coeficiente de transmisión térmica, capacidad de absorción insignificante, etc. [52].

Material termoplástico utilizado en forma de laminas, bovedillas, relleno y perlas en proyectos de construcción. Es fabricado en forma de poliestireno expandido y extruido, para asegurar las propiedades térmicas. Es muy usado en elementos no estructurales porque presenta características de baja resistencia, además es ampliamente utilizado por sus características de porosidad, rugosidad, absorción y forma [46].



**Fig. 1.** Perlas de poliestireno (EPS).

Nota. Tomado de Angela. [53].

## **Propiedades del poliestireno**

Entre sus propiedades más importantes se encuentran: baja densidad, resistencia a la humedad y capacidad para absorber golpes. En el ámbito de la construcción, además de su ligereza, también tiene la principal característica del aislamiento térmico y acústico. El poliestireno es 100% reutilizable y puede ser empleado en la fabricación del mismo material o para producir otros materiales. La forma de reciclar el poliestireno es triturar experimentalmente y luego mezclarlo con nuevos ingredientes para formar un mortero [46].

### **Propiedades físicas del poliestireno:**

#### **✓ Buena aislación térmica**

A medida que disminuye la densidad del mortero, disminuye la conductividad térmica. Esto se debe al uso de algunos agregados que gozan de una densidad menor o a la incorporación de burbujas o vacíos de aire relacionadas durante la mezcla. La capacidad de aislamiento térmico de poliestireno expandido (EPS) es altamente destacable tanto para altas como bajas temperaturas. En su mayoría, la aplicación de este material está relacionada directamente con esta propiedad [49].

#### **✓ Buena aislación acústica.**

Esta absorción acústica proporciona resistencia a la transmisión del sonido debido a la presencia de cavidades de aire en la estructura del mortero de agregado ligero [49].

#### **✓ Estabilidad respecto a la temperatura.**

El EPS es susceptible a las fluctuaciones de temperatura, pero su rango seguro de uso es bastante amplio. Este material puede resistir temperaturas de hasta 100°C por breves períodos de tiempo y hasta 80°C de forma constante, además de temperaturas entre -60°C y -90°C, lo que le permite ser utilizado en una variedad de aplicaciones y condiciones climáticas sin comprometer su desempeño en relación a los cambios de temperatura [49].

✓ **Excelente trabajabilidad.**

El mortero es liviano y ayuda a optimizar las condiciones de trabajo y la eficiencia de trabajador [49].

**Propiedades químicas del poliestireno:**

El EPS es estable frente a una amplia variedad de productos químicos. Por ejemplo, al utilizar adhesivos, pintura disolvente o vapores concentrados de estos productos [47].

**Tabla I**

Propiedades químicas del poliestireno

<b>SUSTANCIA</b>	<b>ESTABILIDAD</b>
Solución salina (agua de mar)	Estable
Jabones	Estable
Lejías	Estable
Ácidos diluidos	Estable
Ácido clorhídrico (al 35%), ácido nítrico (al 50%)	Estable
Solución alcalina	Estable
Aceite de parafina	Estable
Alcohol (metanol y etanol)	Estable
Aceite de silicona	Relativamente estable

Nota: Propiedades químicas del poliestireno adaptado de [49].

**Cemento**

Material molido en partículas muy finas, que se convierte en pasta al agregarle agua con la cual comienza su actividad interna de fraguado hasta finalmente endurecer, y logra conservar gran resistencia al sumergirse en agua, por eso se le da la característica de conglomerante hidráulico [54].

### **Clasificación y uso:**

Según sus propiedades específicas, la NTP 334.009, detalla los diversos tipos de cementos portland.

**Tabla II**

Tipos de cemento y usos

<b>Tipos de Cemento</b>	<b>Usos</b>
TIPO I	De uso general, se utiliza cuando para la mezcla no es necesario que cumpla propiedades específicas.
TIPO II	De uso general, pero concretamente en los casos que se requiera una resistencia moderada a los sulfatos.
TIPO III	Este tipo se emplea cuando se necesita una alta resistencia inicial.
TIPO IV	Cemento utilizado cuando se requiere un bajo calor de hidratación
TIPO V	Usado cuando se necesita una alta resistencia a los sulfatos

Nota: Adaptado de la NTP 334.009. [55].

### **Mortero**

El mortero es un aglutinante compuesto por cemento, agua y áridos finos. Es el material de unión que se utiliza tanto para unir elementos de construcción como piedras o ladrillos, como para revestir paredes. Se prepara agregando la cantidad adecuada de agua a una combinación de aglutinante y adulterante, formando una pasta plástica que es útil para unir diferentes materiales de construcción [56].

En general, se describe como una mezcla de un aglomerante (cemento portland), materiales de relleno (áridos finos, arena), agua y a veces aditivos, que cuando endurecen presentan propiedades físicas, mecánicas y químicas parecidas al hormigón, es muy utilizado para pegar ladrillo, para recubrimientos, en otros casos se les conoce como pañetes, repellos o revoques. La alta resistencia mecánica y trabajabilidad varían según la proporción de

cemento y arena utilizada, debe mezclarse utilizando el menor tiempo posible desde que se mezcla y se coloca. Mezcle cemento y arena antes de agregar agua. Si la lechada contiene una mínima cantidad de cemento, la fricción de las partículas endurecerá la mezcla dificultando el trabajo y removiendo la pasta que actúa como un lubricante. Por el contrario, cuando el mortero tiene gran cantidad de agregado, será muy resistente, pero muy fácil de agrietar [57].

### **Clases de morteros:**

#### ✓ **Morteros calcáreos.**

Las más populares son la cal blanca y dolomítica. Estos morteros presentan mayor trabajabilidad, en la que influye el plastificante y el aglomerante. Las proporciones de cal - arena de 1:2 se utilizan con frecuencia para acabados, y de 1:3 o 1:4 para trabajos de mampostería. La ductilidad y la trabajabilidad del mortero disminuyen cuando se utilizan proporciones mayores [57].

#### ✓ **Mortero de cemento y cal.**

Este tipo de mortero tiene una buena trabajabilidad, ya que es fácil de manejar y colocar. Además, tiene una buena retención de agua, lo que significa que es capaz de mantener el agua necesaria para el proceso de endurecimiento durante un período prolongado. También tiene una alta resistencia inicial, lo que significa que es capaz de soportar cargas significativas desde el principio. Este mortero tiene una proporción de 1:3 [57].

Cuando se desea mejores propiedades, la mezcla debe tener mayor proporción de cemento, de lo contrario el mayor porcentaje de cal dará como resultado propiedades significativamente más bajas, por este motivo, se recomienda que la dosificación de materiales se efectúe teniendo en cuenta las características de la cal y del cemento [58].

#### ✓ **Morteros de cemento.**

Estos tipos de morteros se utilizan para obtener una elevada resistencia. La dosificación que se emplea define su trabajabilidad y demás propiedades. La arena y cemento deben mezclarse primero, luego se añade el agua para eludir el fraguado antes de la aplicación. El cemento no debe ser sustituido en grandes cantidades, porque la mezcla se vuelve poco trabajable. También cumple la función de rodear los granos de arena, de modo que cada grano quede recubierto por una capa de cemento [57].

**Tabla III**

Aplicaciones de los morteros a base de cemento

<b>Mortero</b>	<b>Usos</b>
1:01	Mezclas de morteros muy ricos para impermeabilizaciones y rellenos.
1:02	Para revestimiento impermeable y el enlucido de tanques subterráneos, así como para rellenos.
1:03	Revestimientos impermeables para pequeñas superficies. Aplicación en pisos.
1:04	Para pegar ladrillos en muros y baldosines. Mezclas de enlucidos finos.
1:05	Enlucidos exteriores: adhesivo para ladrillos y baldosas, así como para el enlucido y la mampostería en general. Mezclas de enlucidos no muy finos
1:6 y 1:7	Enlucidos interiores: adhesivo para ladrillos y baldosas, así como para mampostería en general. Mezclas de enlucido no muy finos
1:8 y 1:9	Utilizado para construcciones que se van a demoler pronto. Estabilización de taludes en cimentaciones

Nota: Adaptado de Sánchez [57, p. 307].

### **Propiedades del mortero en estado fresco.**

#### **A. Fluidéz**

La capacidad de un mortero de cemento para fluir con facilidad y distribuirse adecuadamente en el espacio disponible se conoce como fluidéz. Un mortero con alta fluidéz fluye con facilidad, mientras que uno con baja fluidéz es más espeso y no fluye tan fácilmente.

La fluidez del mortero es un factor importante ya que afecta tanto la facilidad de colocación como el rendimiento final del material [59].

**Tabla IV**  
Fluidez del mortero

<b>Consistencia</b>	<b>Fluidez %</b>	<b>Condiciones de colocación</b>	<b>Ejemplo de tipos de estructura</b>	<b>Ejemplo de sistema de colocación</b>
Seca	80-100	Secciones con movimiento de vibración	Trabajos de reparación, galerías, pantallas de cimentación y pisos.	Aplicación mediante Proyección neumática, con vibración de la formaleta.
Plástica	100-120	Sin movimiento de vibración	Instalación de mampostería, baldosas, enlucidos y revestimientos.	Aplicación manual con palas y palustres.
Fluida	120-150	Sin movimiento de vibración	Rellenos de mampostería estructural, morteros autonivelantes para pisos.	Aplicación manual, por bombeo o inyección

Nota: Adaptado de Sánchez [57, p. 308].

## **B. Trabajabilidad**

Es la facilidad para mezclar una determinada cantidad de material para formar el concreto y mortero, lo que significa que se manipula, transporta y coloca con un mínimo de trabajo y máxima uniformidad [60].

Es la manera en que se puede operar y manipular, siendo esta su plasticidad. La retención de agua crece al agregarse cal en la mezcla. Se vuelve muy plástico cuando el agua es más que la que se necesita, pero cuidando de no exceder los parámetros máximos, debido a que se formarían vacíos cuando el agua se evapore [61].

### **C. Retención de agua**

La retención de agua por parte de un mortero es una característica crucial que determina su habilidad para conservar su plasticidad al entrar en contacto con materiales porosos. Las mezclas con una baja retención de agua no permiten que el cemento se hidrate adecuadamente y, por lo tanto, produce una baja plasticidad. Esto puede afectar la calidad y durabilidad del mortero y hacerlo menos adecuado para su uso en proyectos de construcción [58].

### **D. Velocidad de endurecimiento**

Es importante que la mezcla tenga un tiempo de fraguado inicial y final apropiado, que suele ser entre 2 y 24 horas, respectivamente. Sin embargo, estos límites pueden cambiar debido a diferentes factores, como las condiciones climáticas o la composición de la mezcla [57].

## **Propiedades del mortero en estado endurecido.**

### **A. Adherencia**

Es la función principal que tiene todo mortero, de pegarse a los materiales con los que tiene contacto directo. En este punto es cuando se presenta la unión mecánica de los materiales constituyentes del mortero. Esta característica determina la resistencia final del mortero, no se recomienda morteros con exceso de agua en el diseño [62].

### **B. Resistencia mecánica**

Es necesario que el mortero tenga una buena resistencia mecánica ya que es el elemento que une y sostiene otros materiales. En particular, en el caso de los morteros de revestimiento, es esencial que puedan soportar las tensiones provocadas por impactos directos. Para lograr los mejores resultados en cuanto a resistencia, es importante seleccionar cuidadosamente los materiales que se van a usar en la mezcla, de manera que se logre una mejor cohesión de la masa [57].

### **C. Durabilidad**

La durabilidad del mortero está determinada por diversos factores, tales como la calidad de los materiales utilizados en su creación, las condiciones ambientales a las que estará expuesto y la técnica de aplicación. En general, un mortero bien diseñado y aplicado correctamente puede durar varias décadas. Sin embargo, si el mortero se somete a condiciones extremas, como la exposición constante a la humedad o los ciclos frecuentes de congelación y descongelación, su durabilidad puede verse afectada. La durabilidad del mortero está relacionada directamente con la calidad de su fabricación y aplicación, así como con las condiciones ambientales a las que se expone [57].

### **D. Resistencia a la compresión**

Es la capacidad de un material de resistir los esfuerzos de los elementos de carga por unidad de área. La falla del material debido al agrietamiento es predecible como una característica independiente. Cuando una pieza se somete a resistencia a compresión, se especifica que es la cantidad de carga requerida para alterar el material. Se expresa generalmente se expresa en kg/cm<sup>2</sup> y MPa [63].

### **E. Resistencia a la flexión**

Es la medida de la capacidad de un material para resistir cargas que se aplican en sentido transversal a su eje longitudinal. En este proceso, las muestras prismáticas generadas en laboratorio se cargan repetidamente bajo condiciones de estrés controladas. Se monitorean la carga aplicada y la deflexión de la viga a lo largo del eje neutral [64].

### **F. Resistencia a la tracción**

Es la capacidad de un material para resistir la fuerza de tracción que actúa sobre él. Esta medida se obtiene por medio de la cantidad de fuerza necesaria para romper una muestra del material cuando se somete a tracción. La resistencia a la tracción se calcula dividiendo la carga máxima soportada por la sección inicial de la muestra. La resistencia a la tracción es un indicador crucial de la resistencia y durabilidad de un material. Cuando la

tensión generada en la superficie cargada alcanza cierto punto, la fuerza de tracción puede dañar el material y comenzar a romperlo [65].

## **Agregados**

Se pueden definir como materiales inactivos con rasgos granulares, se conocen como materiales pétreos que se encuentran comúnmente de forma natural o artificial [66].

Los llamados áridos, es un material inerte que se combina con un aglomerante (cemento, cal, etc.) y agua para formar el mortero. Los agregados son muy importantes ya que constituye en un aproximado del 75% del volumen de una mezcla. Además, deben tener una excelente resistencia y durabilidad. Su superficie debe estar sin impurezas ya que estos puedan debilitar la pasta de cemento [67].

Es un material constituyente muy importante, inciden significativamente en su resistencia mecánica y textura final superficial. La calidad de estos está ligada al origen de procedencia, a la manera como están distribuidas sus partículas y a su forma [68]

### **Clasificación de los agregados:**

#### **Por su procedencia.**

- **Agregado natural.**

Procedente de la extracción de fuentes naturales, como canteras de roca y piedra, ríos (arena y grava de río) o depósitos glaciares (canto rodado) [62].

- **Agregado artificial.**

Por lo general, suelen obtenerse de procesos industriales como: arcilla expandida, escoria, Clinker, limadura de hierro, etc. [62].

#### **a. Por su tamaño.**

El agregado se puede dividir en dos categorías: agregados finos y gruesos. El árido fino, denominado como arena, es un material que tiende a pasar por el tamiz #4 [69].

## Ensayos a los agregados:

### A. Granulometría

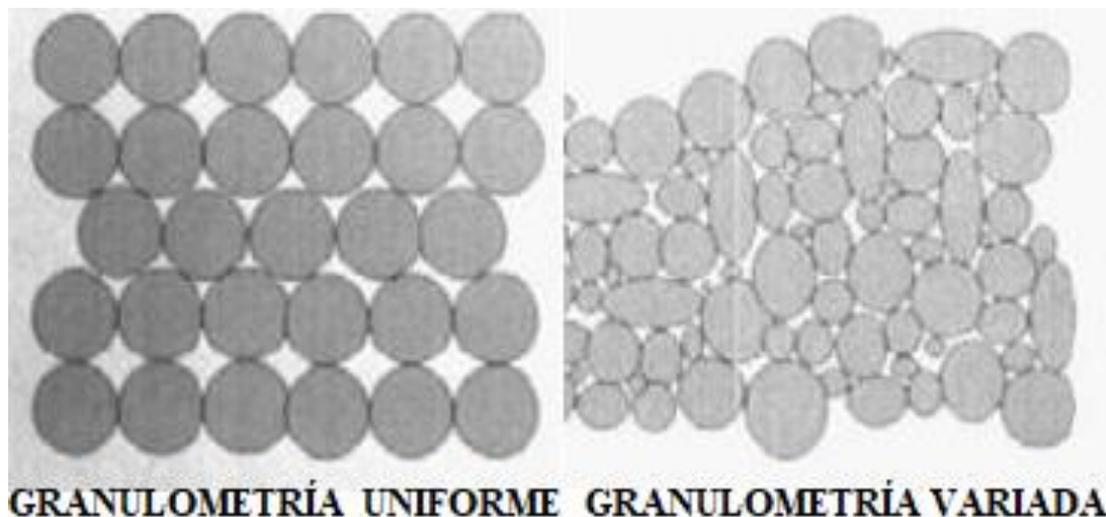
Al diseñar una mezcla es importante realizar una prueba de distribución del tamaño de partículas; esto es determinado por el análisis granulométrico, implica dividir una muestra en partículas del mismo tamaño; a la medida de cada fragmento se conoce como granulometría [62].

El proceso de análisis consiste en tamizar los agregados a través diferentes mallas con aberturas cuadradas, cuyas características deben cumplir con las normas NTP 400.012 y ASTM C 136-06.

La muestra recomendable para realizar en esta investigación según la norma ASTM C 136-06 es la siguiente.

- **Agregados finos.**

La muestra utilizada para el ensayo post secado, será 300 gr como mínimo [70].



**Fig. 2.** Distribución del agregado fino (uniformes y variados)

Nota: Adaptado de San Bartolomé [71].

**Tabla V**

Granulometría del árido fino

<b>Mallas (ASTM)</b>	<b>% Que pasa</b>
Nº 4 (4.75 mm)	100
Nº 8 (2.36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0.15 mm)	2 a 15
Nº 200 (0.075 mm)	Inferior de 2

Nota: Tomado de la norma E.070 [72, p. 298].

- **Módulo de finura (MF).**

Es el cálculo que permite definir el tamaño de partículas (finura). Es adecuado emplearlo para definir el MF del agregado fino, que pueden clasificarse según el valor obtenido [66].

**Tabla VI**

Módulo de finura según la clasificación de los agregados finos

<b>Módulo de Finura</b>	<b>Agregado Fino</b>
Inferior a 2	Muy fino/extra fino
2.00 - 2.30	Fino
2.30 – 2.60	Ligeramente fino
2.60 – 2.90	Mediano
2.90 – 3.20	Ligeramente grueso
3.20 – 3.50	Grueso
Mayor a 3.50	Muy grueso/extra grueso

Nota: Tomado de Rivera [62, p. 60].

## **B. Peso unitario**

El peso unitario es la cantidad de masa de áridos necesaria para ocupar un volumen específico de un recipiente [73].

## **C. Absorción**

La capacidad de los áridos finos para retener agua se mide mediante su absorción, lo que es una propiedad importante a considerar en la preparación del mortero. Los agregados finos con una alta tasa de absorción pueden afectar tanto la trabajabilidad como la resistencia del mortero, debido a que absorben parte del agua de la mezcla, reduciendo la cantidad de agua disponible para la hidratación del cemento [74].

La absorción de los agregados se refiere al aumento de peso de los mismos debido a la penetración de agua en las partículas durante un período de tiempo en comparación con su estado seco [75].

## **D. Contenido de humedad**

El contenido de humedad de un material se calcula al dividir el peso del material en su estado natural entre el peso obtenido después de un proceso de secado. Esta medida se puede expresar como un porcentaje del peso del material seco, lo que proporciona información sobre su contenido de humedad total [46].

Se puede expresar esta cantidad como un porcentaje (%) del peso del material seco, lo que brinda información sobre el contenido de humedad total.

## **Agua**

De preferencia debe ser agua potable. El cual debe cumplir con lo estipulado en la NTP 339.088 [76] y norma E.070 - Albañilería.

Es un constituyente importante en la mezcla de mortero, lo cual favorece para que el cemento active la capacidad de ligante que posee. El agua debe estar libre de sustancias alcalinas y materias orgánicas [77].

## **Agua de mezcla**

El agua de mezcla cumple la función de hidratar el cemento y proporcionar trabajabilidad a la mezcla. Es importante seguir la dosificación recomendada de agua, ya que un exceso de agua puede crear vacíos en la mezcla al evaporarse, lo que puede afectar la resistencia y durabilidad del mortero [57].

Es el componente principal en la construcción, debe estar limpia, por lo que es recomendable que sea agua potable libre de impurezas [47].

## **Agua de curado**

Para que el mortero alcance la resistencia necesaria, es fundamental contar con agua de curado para que la reacción química agua-cemento continúe. La cantidad de agua requerida puede variar debido a diversos factores, como la tasa de evaporación debida a las condiciones climáticas, la cantidad de calor que se produce durante la hidratación del cemento y el tamaño de las piezas que se están curando. En general, el agua de curado no tiene que cumplir con las mismas condiciones de calidad que el agua de mezcla, pero no debe contener impurezas o sustancias orgánicas [67].

## **Diseño de mezclas**

Se denomina al proceso de cálculo de la cantidad requerida de cada uno de los componentes en una mezcla, para lograr el comportamiento deseado del material tanto en estado plástico como duro. El método de diseño de un compuesto puede ser muy particular y tedioso debido a su alta exactitud al representar un gran número de variables y sus relaciones [78].

Es importante tener en cuenta varios aspectos al trabajar con concreto y mortero, tales como la facilidad de manejo en su estado fresco, la resistencia en su estado endurecido, la forma y duración del material, el color, el peso unitario, y la estructura de la superficie. Debe haber una relación entre la complejidad y la simplicidad del método de diseño. Lo que debe buscar es ser lo más simple y directo posible. Esto significa que hay muchas formas, ninguna

de las cuales es perfecta. El diseño mixto es una herramienta importante para analizar teóricamente el efecto de un cambio particular del material o uso en el mortero [47].

### **Curado**

El mortero debe estar constantemente húmedo durante al menos la primera semana, asegurándose de que la temperatura supere los 10 °C. La resistencia es la misma que se espera para cualquier número de días [67].

### **Aislantes térmicos**

El aislamiento se puede definir como un material que resiste las transferencias de calor y suprime las transferencias de calor al otro lado, y se puede decir que protege contra el frío y el calor. Se puede decir que los aislantes no existen por sí solos y solo una mala conducción térmica puede dificultar el flujo de calor. Debido a esta propiedad, se puede utilizar como aislante contra la baja temperatura de una casa. La gente siempre ha tratado de protegerse del frío y ha buscado mejorar su bienestar. Desde entonces, y a lo largo de la historia de la humanidad, este confort térmico deseable ha evolucionado y ha sido creado por nuevas tecnologías y materiales, como es el uso poliestireno [79].

Los materiales de aislamiento térmico se pueden definir como algo que no deja pasar el calor o el frío, y reduce la transferencia de estos al lado opuesto, por lo que se puede decir que proviene el calor o el frío [79].

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

#### Tipo de investigación

Para Sousa et al [80] los tipos de investigación pueden tener enfoques cualitativos y cuantitativos, el enfoque cualitativo se basa en una suposición inicial de que se tiene poco conocimiento sobre un tema, por otro lado, el enfoque cuantitativo se basa en la observación, medición y análisis de datos para obtener conocimiento y generalizar los resultados.

La presente investigación es de tipo aplicada y se utiliza un enfoque cuantitativo, dado que se busca comprender qué sucede cuando se sustituye el poliestireno en diferentes porcentajes por agregado fino en las mezclas de mortero.

#### Diseño de investigación

Según el número de variables, esta investigación es descriptiva, ya que se describe el cambio en las propiedades del mortero al sustituir poliestireno por agregado fino.

Hernández et al [81] comentan que los estudios de tipo experimental están basados mediante determinadas investigaciones previas, tanto actuales como pasadas, que coinciden en la información y serán verificadas por el investigador

El diseño del presente trabajo es experimental al intentar determinar el efecto sobre una variable modificando otra variable. Asimismo, también se deben considerar factores externos que pueden afectar la experiencia. En otras palabras, es necesario analizar si las variables adicionales modificadas intencionalmente pueden afectar la variable con dependencia.

$$G_{MI-MV} \rightarrow P \rightarrow O \quad G_{MI-V} \rightarrow P_{XI-XIV} \rightarrow O_{YI-YIV}$$

Donde:

$G_{MI-MV}$ : Grupo de muestras.

P: Muestra del mortero patrón.

$P_{XI-XIV}$ : Muestras del mortero modificado con poliestireno al 3%, 5%, 7% y 9%.

O: Observación de resultados del mortero patrón.

O<sub>VI-VIV</sub>: Observación de resultados del mortero modificado con poliestireno al 3%, 5%, 7% y 9%.

## **2.2. Variables, Operacionalización**

### **Variable independiente**

Poliestireno como aislante térmico.

### **Variable dependiente**

Propiedades del mortero de revestimiento.

### **Operacionalización**

**Tabla VII**

Variable independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Poliestireno como aislante térmico	El poliestireno es un material procedente de perlas de poliestireno pre-expandido, que combina un peso ultraligero con una versátil resistencia y aislamiento térmico [50].	Utilizado para sustituir al agregado fino, se procederá a caracterizarla una vez definida las proporciones. La cantidad de poliestireno se determinará a partir de la proporción del agregado fino, lo que permitirá obtener la cantidad de material en kg.	Porcentaje de sustitución de poliestireno considerados	3	Observación y revisión documental	%	Numérica	Razón
				5				
				7				
				9				

**Tabla VIII**

Variable dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores Finales	Tipo de variable	Escala de medición
Propiedades del mortero de revestimiento	Las propiedades del mortero que se buscan para su uso en revestimiento son: trabajabilidad, resistencia a la compresión, flexión y tracción, además del ensayo térmico a maquetas de mortero para verificar si este es aislante térmico.	Las propiedades del mortero se obtendrán de acuerdo a los ensayos normalizados, considerando la sustitución de poliestireno por agregado fino.	Análisis de los materiales	Agregado fino Poliestireno	Observación y revisión documental	NTP 400.012 NTP 400.022 NTP 400.017 NTP 339.185	Numérica	Razón
			Diseño de mezcla convencional	Dosificación en volumen Dosificación en peso		m <sup>3</sup> Kg		
			Diseño de mezcla modificado	Dosificación en volumen Dosificación en peso		m <sup>3</sup> Kg		
			Propiedades físico - mecánica	Fluidez		%		
				Resistencia a la compresión		kg/cm <sup>2</sup>		
				Resistencia a la flexión		kg/cm <sup>2</sup>		
			Resistencia a la tracción	kg/cm <sup>2</sup>				
Propiedades térmicas	aislante térmico	°C						

## **2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección**

### **Población**

Según lo especificado por [82], la población que se considera en una investigación es un grupo de casos accesibles, definido y limitado. A partir de esta población se selecciona una muestra representativa para llevar a cabo la investigación, la cual debe cumplir con ciertos criterios específicos.

En esta investigación, la población son todos los elementos de prueba para los ensayos de caracterización regidos por las Norma Técnica Peruana y ASTM que permiten evaluar las características de los agregados y el mortero.

### **Muestra**

Este estudio abarca diseños de mortero de revestimiento patrón con relación 1:4, así como también morteros modificados con poliestireno en los porcentajes 3%, 5%, 7% y 9%, que serán sometidos a diferentes pruebas.

Los materiales a utilizar son los más conocidos en la región, el cemento Pacasmayo portland tipo I, además de arena y poliestireno.

Las muestras realizadas están conformadas por:

- Muestras cúbicas para el ensayo de resistencia a la compresión de 5cm x 5cm x 5cm de acuerdo a la NTP. 334.051.
- Muestras prismáticas para el ensayo de resistencia a la flexión de 4cm x 4cm x 16cm de acuerdo a la NTP 334.120.
- Las muestras para el ensayo de resistencia a la tracción seguirán las especificaciones establecidas en la NTP 334.060.
- Cinco maquetas a escala aparentando a una vivienda, utilizando la dosificación 1:4 para revestimiento, con el fin de cuantificar la temperatura y comprobar el comportamiento del mortero como aislante térmico.

Los porcentajes de poliestireno utilizados serán de 3%, 5%, 7% y 9% en función del peso del agregado (kg).

**Tabla IX**

Muestras de mortero patrón y modificado con poliestireno para el ensayo de resistencia a la compresión

Muestra	Ensayo	Edad (días)	Dosificación 1:4					Total
			0%	3%	5%	7%	9%	
Cubos de 50mm x 50mm x 50mm	Resistencia a la compresión	3	3	3	3	3	3	15
		7	3	3	3	3	3	15
		28	3	3	3	3	3	15
<b>TOTAL</b>							<b>45</b>	

**Tabla X**

Muestras de mortero patrón y modificado con poliestireno para el ensayo de resistencia a la flexión

Muestra	Ensayo	Edad (días)	Dosificación 1:4					Total
			0%	3%	5%	7%	9%	
Prismas de 160 mm x 40mm x 40 mm	Resistencia a la flexión	3	3	3	3	3	3	15
		7	3	3	3	3	3	15
		28	3	3	3	3	3	15
<b>TOTAL</b>							<b>45</b>	

**Tabla XI**

Muestras de mortero patrón y modificado con poliestireno para el ensayo de resistencia a la tracción

Muestra	Ensayo	Edad (días)	Dosificación 1:4					Total
			0%	3%	5%	7%	9%	
Medidas según norma	Resistencia a la tracción	3	3	3	3	3	3	15
		7	3	3	3	3	3	15
		28	3	3	3	3	3	15
<b>TOTAL</b>							<b>45</b>	

**Tabla XII**

Maquetas sometidas a ensayo térmico en un frigorífico en un intervalo de tiempo

Maqueta a escala 1/10	Ensayo	Dosificación 1:4					Total
		0%	3%	5%	7%	9%	
40cm x 30 cm x 28 cm	Aislamiento térmico	1	1	1	1	1	5

### Muestreo

Para Otzen et al [83], el muestreo evalúa las dependencias de una variable con respecto a una población, esperando que la muestra escogida sea representativa en el estudio. Además, comenta que las técnicas de muestreo o los criterios de selección pueden ser aleatorio simple, estratificado, sistemático o por conglomerados.

En esta investigación se optó por utilizar un criterio de selección simple, pues las muestras incluidas son las que deben contener la sustitución de poliestireno en las proporciones definidas.

## **Criterios de selección**

De acuerdo a Arias et al [82] Es necesario establecer criterios de selección en la investigación para determinar los requisitos que deben cumplir las muestras y así decidir si serán incluidas, excluidas o eliminadas del estudio.

En la presente investigación se consideró como criterios que las muestras deberán cumplir con las normativas peruanas y americanas para la elaboración de las muestras de mortero, así como las características de los materiales para la elaboración del mortero.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas para la recolección de datos:**

#### **a. Observación**

Permite evaluar el comportamiento de los morteros en todas sus etapas desde su elaboración hasta los ensayos.

Las observaciones realizadas para el planteamiento de la investigación fueron:

- ✓ Observación de los ensayos de laboratorio.
- ✓ Observación del diseño de mortero con relación 1:4.
- ✓ Observación de las características del poliestireno.
- ✓ Observación de las características de los agregados.

#### **b. Revisión documental**

Se revisó información mediante el análisis de diversas fuentes como artículos, tesis, Normas Técnicas y Normas internacionales vigentes que especifican los criterios exactos para una adecuada investigación.

### **Instrumentos de recopilación de datos:**

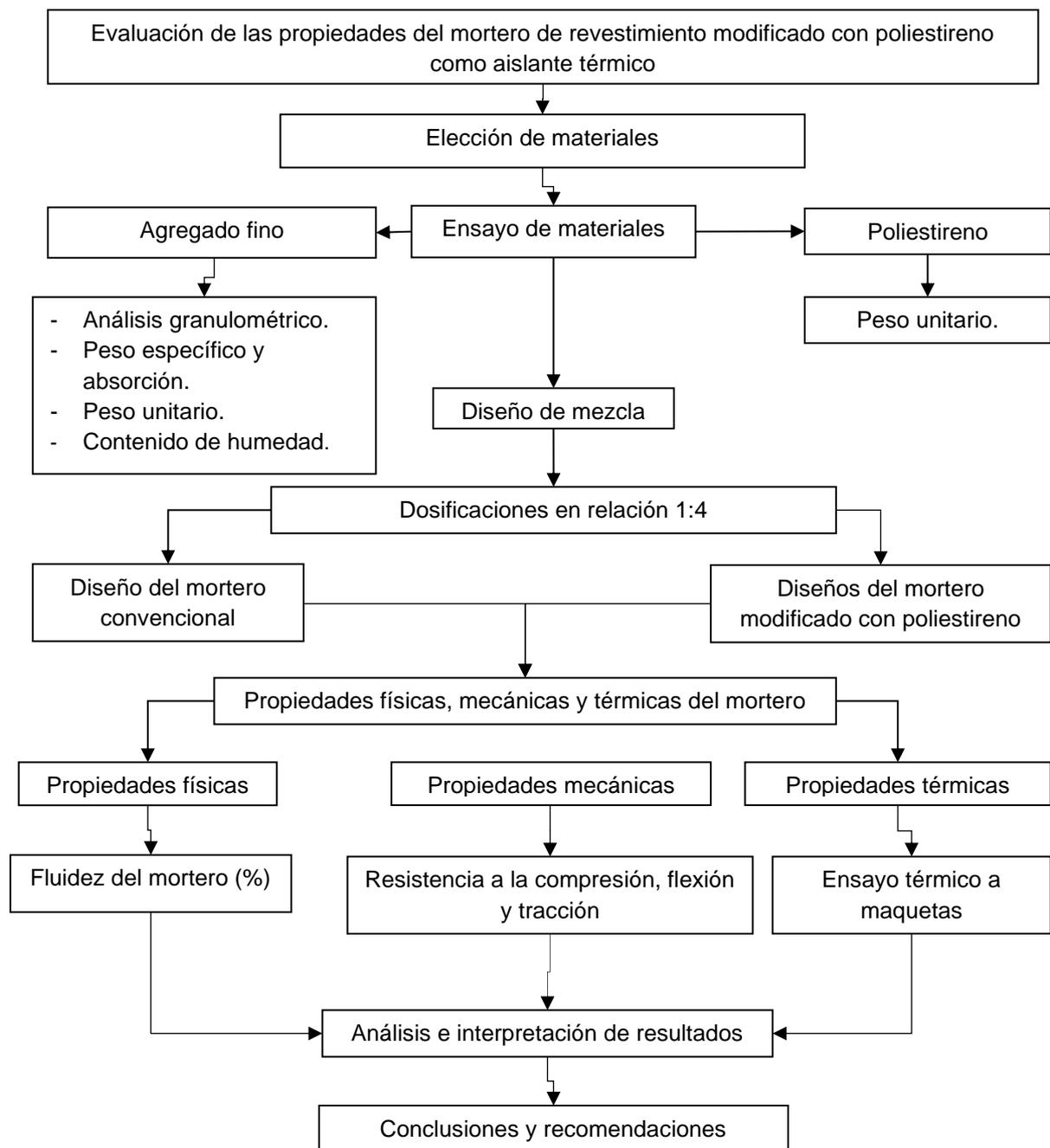
El laboratorio LMSCEACH E.I.R.L, facilitó los formatos para el diseño de mezcla del mortero, también brindó los instrumentos necesarios para realizar los estudios establecidos en la norma ASTM, la NTP y RNE, las cuales se llevó a cabo de manera óptima.

**Validez y confiabilidad:**

Se llevo a cabo diversas pruebas en el laboratorio LMSCEACH E.I.R.L para lograr los objetivos establecidos, cumpliendo con las normativas NTP, ASTM y RNE y utilizando los equipos y herramientas adecuados. Todos los ensayos fueron realizados con estas consideraciones.

**2.5. Procedimientos de análisis de datos**

El diagrama presenta las etapas fundamentales del estudio, las cuales abarcan desde el procesamiento de la información y la obtención de resultados hasta el análisis de la viabilidad de su aplicación, y culminan con la validación de la hipótesis después de atravesar una serie de fases intermedias.



**Fig. 3.** Diagrama de flujo de procesos

## Descripción de procesos

### Elección de materiales:

#### Agregado fino.

Después de un análisis de canteras, se seleccionó utilizar el material de la cantera "La Victoria" como el material óptimo para su uso como agregado fino.

Ubicación de la cantera:

**Distrito** : Pátapo

**Provincia** : Chiclayo

**Departamento** : Lambayeque

**Coordenadas UTM** : N 9257659.00 – E 654884.00.



**Fig. 4.** La Victoria - Pátapo

#### Cemento.

Se utilizó en el estudio el cemento Pacasmayo tipo I.



**Fig. 5. Cemento tipo I (Pacasmayo)**

### **Poliestireno.**

Como agregado de sustitución se utilizó perlas de poliestireno de 3 a 5 mm.



**Fig. 6. Perlas de poliestireno**

### **Agua.**

Se utilizó agua potable, proveniente de las instalaciones de laboratorio LMSCEACH E.I.R.L.



**Fig. 7.** Agua utilizada para el diseño

### **Ensayos a los agregados (agregado fino y poliestireno).**

#### **Análisis granulométrico.**

Para este ensayo se tiene en cuenta las especificaciones de la NTP 400.012 [84] y la norma de Albañilería - E.070 [72].

Consta en pasar una muestra de material seco por diversas mallas normalizadas que van gradualmente de aberturas mayores a inferiores, con el fin de definir la cantidad de partículas de cada tamaño presentes en la muestra.

#### **Material y equipo utilizado.**

- Tamices.
- Balanza.
- Brocha.
- Espátula.
- Taras.
- Arena.



**Fig. 8.** Granulometría del agregado fino

#### **Peso unitario.**

Para este ensayo se tiene en cuenta las especificaciones decretadas en la NTP 400.017 [85], el cual también se tiene en cuenta para realizar el peso unitario del poliestireno.

Para determinar el peso unitario suelto, se utiliza un molde que se llena con un cucharón hasta que sobrepase su nivel, el material no debe dejarse caer el a más de 5cm (2 pulg.) desde la parte superior del molde. El exceso de material se elimina utilizando una regla.

Para el cálculo del peso compactado, se llena el molde en 3 capas y se compacta cada capa con 25 golpes distribuidos de manera similar, se llena todo el molde y por último se apareja la superficie. En la primera capa se debe controlar los golpes para que la varilla no roce con el fondo del molde.

#### **Equipo y material utilizado.**

- Molde cilíndrico.
- Balanza.
- Varilla lisa.
- Arena.
- Cuchara.
- Perlas de poliestireno.



**Fig. 9.** Peso unitario del agregado fino



**Fig. 10.** Peso unitario del poliestireno

**Peso específico y absorción.**

Para este ensayo se tiene en cuenta las especificaciones decretadas en la NTP 400.022 [86], la cual detalla el proceso para ejecutar el ensayo antes mencionado. El proceso a seguir será el siguiente:

- ✓ Colocar la muestra en un picnómetro (500g de agregado fino).
- ✓ Saturar con agua hasta alcanzar los 500cm<sup>3</sup>.
- ✓ Definir los pesos requeridos.

- ✓ Colocar la muestra en un recipiente y colocarlo al horno por 24 horas.

Fórmulas a utilizar:

### Formula 1

Peso específico y absorción

$$Pe_{s.s.s} = \frac{500}{(V - V_a)} * 100$$

$$Pe_a = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)}$$

$$A_b = \frac{500 - W_0}{W_0} * 100$$

Donde:

Pe<sub>s.s.s</sub>= Peso específico de masa saturada superficialmente seca.

Pe<sub>a</sub>= Peso específico aparente.

A<sub>b</sub>= Absorción.

W<sub>0</sub>= Peso de la muestra secada en el horno.

V= Volumen del frasco (picnómetro).

V<sub>a</sub>= Peso del agua colocada en el frasco.

### Equipo y material usado

- Picnómetro (Fiola).
- Horno.
- Balanza.
- Recipientes.
- Embudo.
- Arena.



**Fig. 11.** Saturación del agregado fino hasta alcanzar un volumen de 500 cm<sup>3</sup>

### Contenido de humedad.

En este ensayo se tiene en cuenta las especificaciones decretadas en la NTP 339.185 [87].

- ✓ Pesar una cantidad de muestra del agregado (estado natural).
- ✓ Colocar la muestra dentro del horno por 24 horas.
- ✓ Retirar la muestra y volver a pesar (peso seco de la muestra).

Fórmula a utilizar:

#### Formula 2

Contenido de humedad

$$\%h = \frac{W_n - W_s}{W_s} * 100$$

Donde:

%h= Contenido de humedad (%).

W<sub>n</sub>= Peso de la muestra húmeda natural (gr).

W<sub>s</sub>= Peso de la muestra seca (gr).

### Equipo y material utilizado

- Horno.

- Balanza.
- Recipientes.
- Arena.



**Fig. 12.** Muestras para el ensayo de contenido de humedad

### **Ensayos realizados al mortero en estado fresco:**

#### **Ensayo de fluidez.**

Este ensayo permite conocer la trabajabilidad del mortero y se desarrolla teniendo en cuenta lo establecido en la NTP 334.057 [59] y la NTP 399.610 [88].

- ✓ Ubicar el molde cónico sobre la mesa de flujo.
- ✓ Depositar una capa de mezcla de mortero de 2.50cm y apisonar con 20 golpes.
- ✓ Verter la segunda capa llenando el molde completamente y apisonar.
- ✓ Retirar el exceso de la mezcla.
- ✓ Dejar reposar la mezcla por 1 minuto en el molde.

#### **Material y equipo empleado**

- Mesa de flujo.
- Apisonador.
- Regla metálica.

- Tronco cónico (101.6 mm de diámetro).
- Mortero.



**Fig. 13.** Mesa de flujo para el ensayo de fluidez

- ✓ Retirar el molde verticalmente.
- ✓ Generar 25 golpes en un lapso de 15 seg. en la mesa de flujo.
- ✓ Realizar la medición de 4 diámetros de la mezcla estando en la mesa de flujo (se considera la media para calcular la fluidez).

Para calcular la fluidez se utiliza la siguiente formula:

**Formula 3**

Fluidez

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



**Fig. 14.** Ensayo de fluidez del mortero

### **Ensayos realizados al mortero en estado endurecido:**

#### **Resistencia a la compresión (fm).**

Se ejecuto teniendo en cuenta las especificaciones decretadas en la NTP 334.051 [89], para este ensayo se utiliza cubos de 5cm de lado. Para la elaboración del mortero se tiene en cuenta los parámetros de la NTP 334.003 [90].

- Se vacía la mezcla en los moldes (3 moldes como mín.) y se coloca en 2 capas de 2.5cm de altura c/u.
- Se apisona con 32 golpes en un lapso de 10 seg.
- Se alisa la superficie del cubo con badilejo.
- Desmoldar los especimenes.
- Sumergir en agua los especimenes para el curado.
- Se ensayaran las muestras a los 3, 7 y 28 días.

La resistencia se determina mediante la siguiente formula:

#### Formula 4

Resistencia a la compresión

$$f'c = \frac{P}{A}$$

Donde:

$f'c$ = Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>).

P= Carga máxima aplicada (kgf).

A= Área de carga (cm<sup>2</sup>).

#### Equipo y material empleado

- Prensa hidráulica.
- Espátula.
- Moldes.
- Mortero.
- Balanza.
- Apisonador.

**Tabla XIII**

Tiempo para la rotura de especímenes

<b>Edad de ensayo</b>	<b>Tolerancia permisible</b>
3 d	± 1 horas
7 d	± 3 horas
28 d	± 12 horas

Nota: Tomado de la NTP 334.051. [89].



**Fig. 15.** Resistencia a la compresión



**Fig. 16.** Cubos ensayados a los 3 días

### **Resistencia a la flexión.**

Se ejecuto teniendo en cuenta las especificaciones descritas en la NTP 334.120 [91], la carga es aplicada al centro de la muestra de 4cm x 4cm x 16cm. Para la elaboración del mortero se tiene en cuenta los parámetros de la NTP 334.003 [90].

- Se usa moldes rectangulares de 4cm x 4cm x 16cm, los que antes de su vaciado se deben engrasar.

- El mortero se vaciará en 2 capas a una altura de 2cm c/u y será apisonará con 12 golpes.
- Restirar el exceso del mortero dejando la superficie lisa.
- Desmoldar los especímenes y realizar el curado en agua.

Las muestras se ensayarán a los 3, 7 y 28 días. La fórmula utilizada para determinar la resistencia es la siguiente:

### **Formula 5**

Resistencia a la flexión

$$Mr = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

$M_r$ = Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>).

P= Carga máxima aplicada (kg).

L= Distancia entre apoyos (cm).

b= Ancho de la muestra (cm).

h= Altura de la muestra (cm).

### **Equipo y material empleado**

- Prensa hidráulica.
- Espátula.
- Moldes.
- Mortero.
- Balanza.
- Apisonador.

**Tabla XIV**

Tiempo para la rotura de especímenes de ensayo

Edad de ensayo	Tolerancia permisible h
3 días	$\pm 1$
7 días	$\pm 3$
28 días	$\pm 12$

Nota: Tomado de la NTP 334.120. [91].



**Fig. 17.** Resistencia a la flexión de prismas



**Fig. 18.** Prismas ensayados a los 3 días

#### **Resistencia a la tracción.**

Se ejecuto teniendo en cuenta las especificaciones descritas en la NTP 334.060 [92].

Para la elaboración del mortero se tiene en cuenta los parámetros de la NTP 334.003.

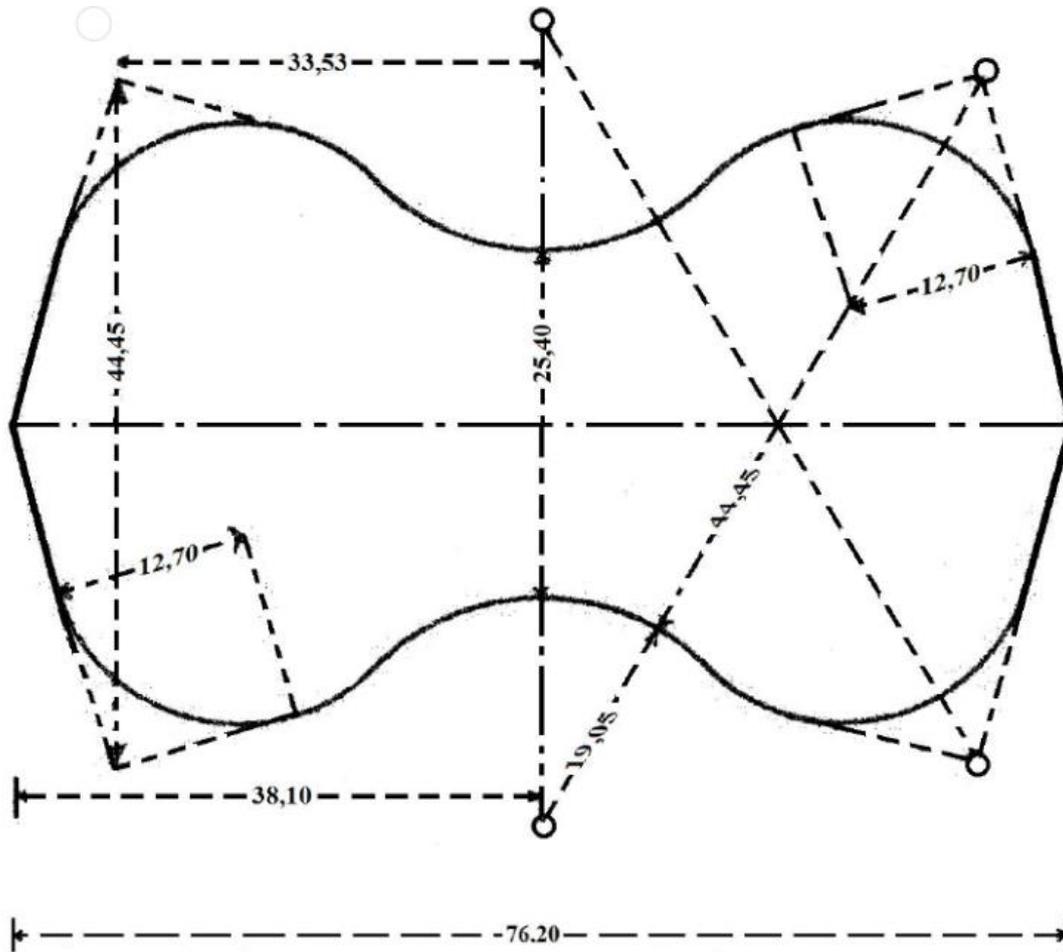
- Se utiliza moldes de acuerdo a lo especificado en la NTP 334.060 y son engrasados antes del vaciado.
- Vaciar el mortero en el molde teniendo en cuenta de no compactar y de tal forma que sobresalga del borde del molde.
- Presionar la mezcla con los pulgares 12 veces en puntos distribuido sobre la superficie de la muestra.
- Vaciar, enrasar y alisar la superficie.
- Desmoldar los especímenes y realizar el curado en agua.

Las muestras se ensayarán a los 3, 7 y 28 días.

#### **Equipo y material empleado**

- Agarraderas.
- Máquina de ensayo.
- Moldes.

- Mortero.
- Balanza.



**Fig. 19.** Dimensiones del molde para el ensayo tracción

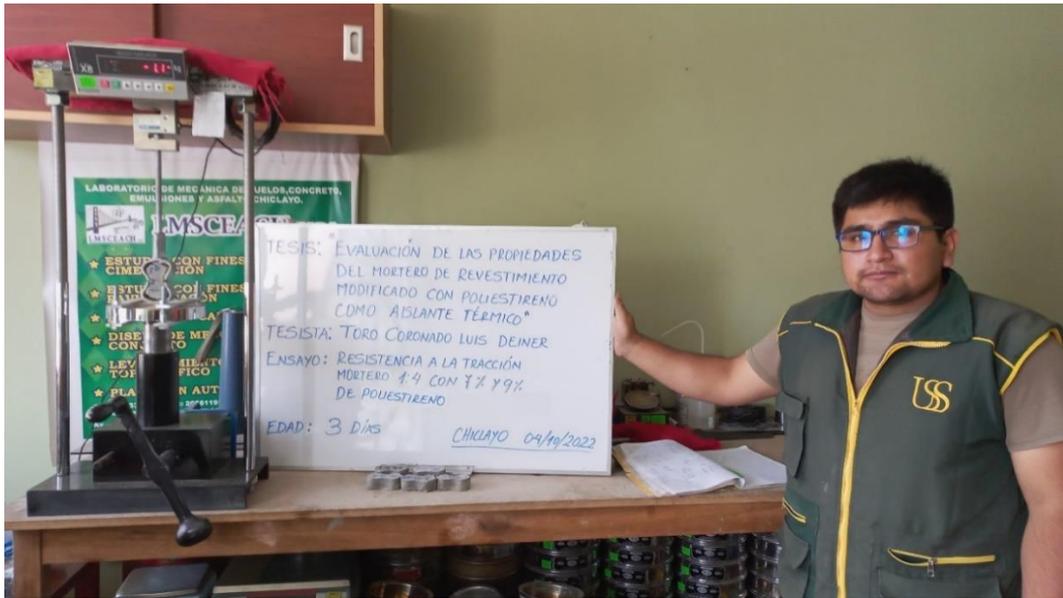
Nota: Tomado de la NTP 334.060 [92]

**Tabla XV**

Tiempo para la rotura de especímenes

Edad de especímenes	Tolerancia permisible
3 días	± 1 hora
7 días	± 3 horas
28 días	± 12 horas

Nota: Tomado de NTP 334.060. [92].



**Fig. 20.** Ensayo de resistencia a la tracción

### **Ensayo de aislamiento térmico en maquetas de mortero.**

Para definir la aislamiento térmico, se enfoca en observar el comportamiento de los materiales empleados frente a los fenómenos climáticos.

En este ensayo se empleo 1 maqueta de mortero 1:4 y 4 maquetas de mortero con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno. La dimensión del molde es de 40 cm x 30 cm x 28 cm, al molde se engrasa con cautela para posibilitar su desencofrado.

A las maquetas se les hace un orificio para introducir el termómetro digital después de los 28 días de curado.

Para realizar la prueba, la maqueta se ubica dentro de un frigorífico y se anota la temperatura inicial. Luego, se cierra el frigorífico y se recopila los datos tanto internos y externos cada 30 minutos por un lapso de 3 horas.

### **Aparatos utilizados**

- **Moldes:** Moldes metálicos de 40cm x 30cm x 28cm.
- **Malla:** Malla metálica.
- **Frigorífico:** Equipo utilizados para medir la temperatura.
- **Termómetro digital:** herramienta utilizada para medición de temperatura.



**Fig. 21.** Llenado de maqueta para el ensayo térmico



**Fig. 22.** Maquetas para ensayo térmico

## 2.6. Criterios éticos

Se emplearon los equipos apropiados y se utilizaron las herramientas adecuadas para los estudios de agregados y mortero, los cuales están estipulados en la NTP, RNE y ASTM. También fue posible tener información de años anteriores, esta fue empleada como guía para obtener datos analíticos completos, se vieron diversos sitios de datos confiables.

## Criterios de rigor científico

**Validez interna.**

Los resultados de estos estudios se pueden verificar a través de las descripciones realizadas durante el desarrollo del estudio, las cuales se basan en las normativa nacional e internacional, o mediante el análisis documental de estudios relacionados con el tema. Además, los resultados de los ensayos realizados serán respaldados por el responsable del laboratorio (LMSCEACH E.I.R.L.).

**Validez externa.**

La realización de esta investigación resulta crucial para comparar información y aplicar los hallazgos en el contexto externo con el propósito de aumentar la calidad de los acabados de las estructuras.

**Fiabilidad.**

Los ensayos son avalados por el laboratorio (LMSCEACH E.I.R.L.) que dan credibilidad a todos los resultados ya que se realizaron de acuerdo a las medidas establecidas en las normas antes mencionadas.

### **III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1. Resultados**

##### **Estudio de los materiales a utilizar**

En esta sección se incluyen gráficos y tablas que muestran los resultados del análisis de cada material utilizado en la elaboración del mortero. Las pruebas fueron llevadas a cabo siguiendo las normativas establecidas en Perú y Norteamérica. Estos resultados están relacionados con el primer objetivo específico.

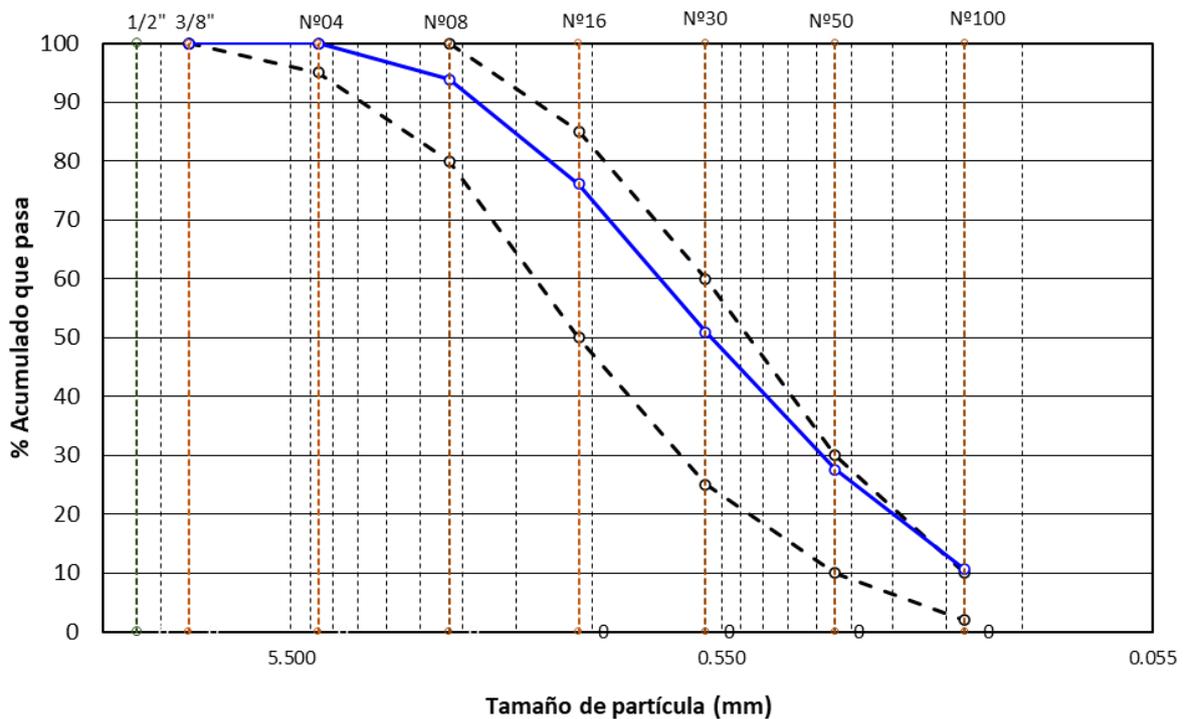
##### **Ensayos realizados al agregado fino - canteras de estudio:**

En este punto se muestran los resultados del estudio realizado a las 3 canteras de estudio (La Victoria, Tres Tomas y Pacherrez). El objetivo fue determinar sus propiedades y elegir el material más adecuado para diseñar el mortero.

##### **Análisis granulométrico del agregado fino - (NTP 400.012).**

##### **A. Cantera La Victoria – Pátapo: Ensayo realizado al agregado fino**

Respecto al ensayo granulométrico realizado al material de la cantera La Victoria se basó en la NTP 400.012, los resultados se detallan en la Figura siguiente y se muestran detalladamente en el **ANEXO I**.



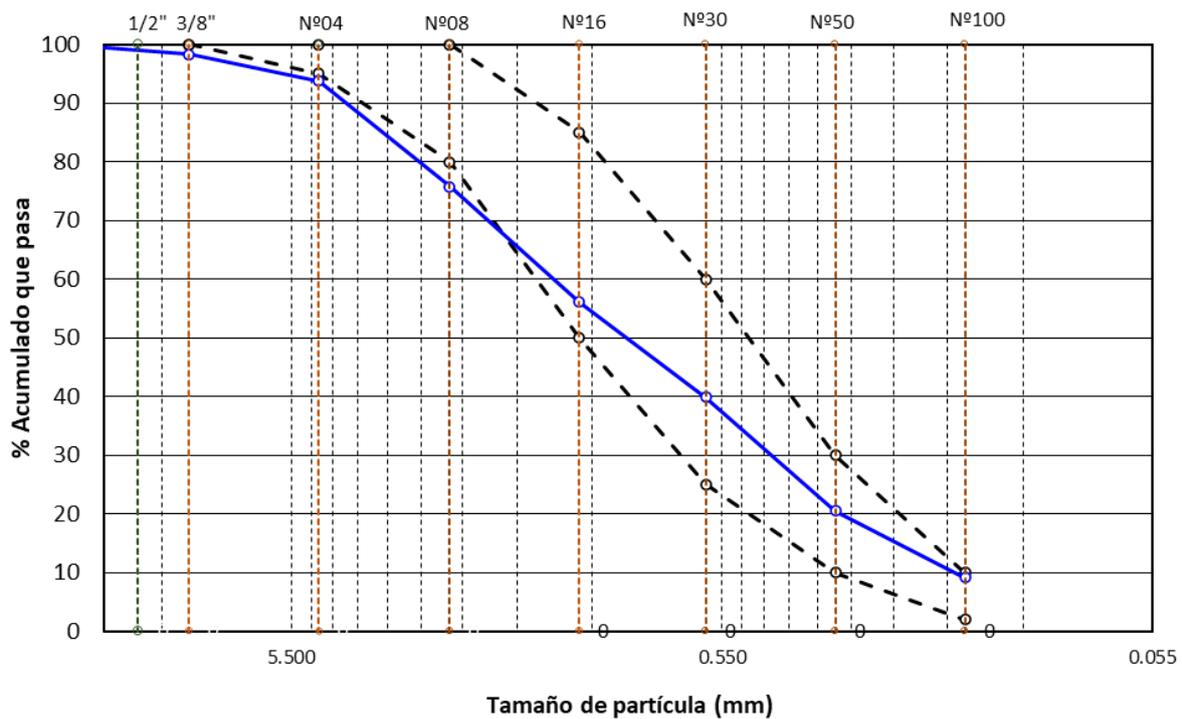
**Fig. 23.** Cantera “La Victoria - Pátapo”: Distribución granulométrica

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Fig. 23** se observa que la curva de gradación del agregado fino se halla dentro de los parámetros de la NTP 400.012. Del ensayo ejecutado su módulo de finura fue 2.411 el cual está dentro de lo establecido en la norma de Albañilería E.070: ( $1.6 < MF < 2.5$ ); por lo tanto, este material se considera apto para esta investigación.

**B. Cantera Tres Tomas – Ferreñafe: Ensayo realizado al agregado fino.**

Respecto al ensayo granulométrico realizado al material de la cantera Tres Tomas se basó en la NTP 400.012, los resultados de se detallan en la Figura siguiente y se muestran detalladamente en el **ANEXO I**.



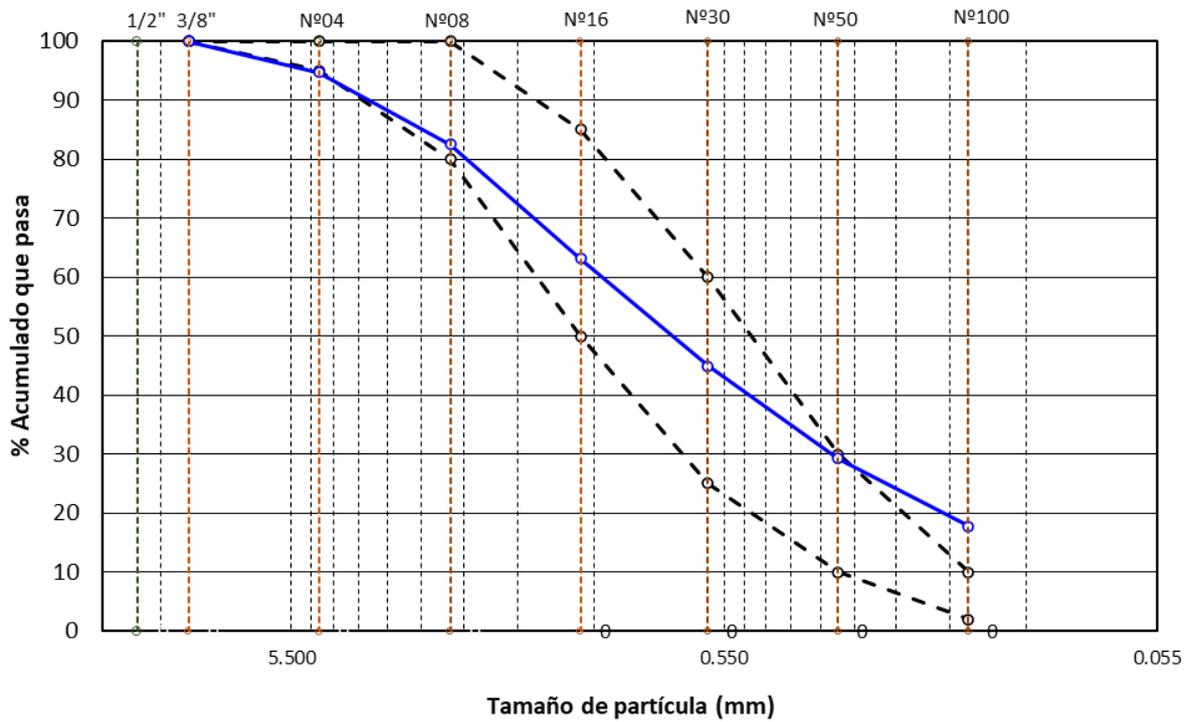
**Fig. 24.** Cantera “Tres Tomas – Ferreñafe” - Distribución granulométrica

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Fig. 24** se observa que la curva de gradación del agregado fino no cumplió con los parámetros de la NTP 400.012. Del ensayo ejecutado su módulo de finura fue 3.068 el cual no está dentro de lo estipulado en la norma de Albañilería E.070: ( $1.6 < MF < 2.5$ ); por lo tanto, este material se considera no apto para esta investigación.

### **C. Cantera Pacherez – Pucalá: Ensayo realizado al agregado fino.**

Respecto al ensayo granulométrico realizado al material de la cantera Pacherez se basó en la NTP 400.012, los resultados de se detallan en la Figura siguiente y se muestran detalladamente en el ANEXO I.



**Fig. 25.** Cantera “Pacherrez – Pucalá” - Distribución granulométrica

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Fig. 25** se puede observar que la curva de gradación del agregado fino no se ubicó dentro de los parámetros de la NTP 400.012. Del ensayo ejecutado su módulo de finura fue 2.680 el cual no está dentro de lo especificado en la norma de Albañilería E.070: ( $1.6 < MF < 2.5$ ); por lo tanto, este material se considera no apto para esta investigación.

#### **Peso Específico y Absorción del agregado fino - (NTP 400.022).**

Respecto al ensayo de peso específico y absorción se basó en la NTP 400.022, los resultados de las tres canteras estudiadas se detallan en la Tabla siguiente y se muestran detalladamente en el **ANEXO I**.

**Tabla XVI**

Peso específico y absorción del agregado fino – canteras de estudio

Cantera	Descripción	Resultado
La Victoria - Pátapo	Peso específico	2756 kg/m <sup>3</sup>
	Absorción	1.21%
Tres Tomas - Ferreñafe	Peso específico	2529 kg/m <sup>3</sup>
	Absorción	1.59%
Pacherrez- Pucalá	Peso específico	2599 kg/m <sup>3</sup>
	Absorción	1.43%

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Tabla XVI** se muestra los resultados bajo la Norma Técnica Peruana, los datos de peso específico de la cantera La Victoria, Tres Tomas y Pacherrez fueron los siguientes valores 2756 kg/m<sup>3</sup>, 2529 kg/m<sup>3</sup> y 2599 kg/m<sup>3</sup> y los datos de absorción fueron los siguientes valores 1.21%, 1.59% y 1.43% correspondientemente a cada cantera antes mencionada.

#### **Peso unitario del agregado fino - (NTP 400.017).**

Respecto al ensayo de peso unitario se basó en la NTP 400.017, los resultados de las tres canteras estudiadas se detallan en la Tabla siguiente y se muestran detalladamente en el **ANEXO I**.

**Tabla XVII**

Peso unitario del agregado fino – canteras de estudio

Cantera	Descripción	P.U.S (kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C (kg/m <sup>3</sup> )
La Victoria - Pátapo	Peso unitario húmedo	1441	1612
	Peso unitario compactado	1416	1585
Tres Tomas - Ferreñafe	Peso unitario húmedo	1617	1791
	Peso unitario compactado	1596	1769
Pacherrez- Pucalá	Peso unitario húmedo	1551	1716
	Peso unitario compactado	1539	1702

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Tabla XVII** se muestra los resultados bajo la Norma Técnica Peruana, los datos de peso unitario suelto de la cantera La Victoria, Tres Tomas y Pacherez oscilo entre 1416 kg/m<sup>3</sup> y 1596 kg/m<sup>3</sup> y para el peso unitario compactado oscilo 1585 kg/m<sup>3</sup> y 1769 kg/m<sup>3</sup>.

#### **Contenido de humedad del agregado fino - (NTP 339.185).**

Respecto al ensayo de contenido de humedad se basó en la NTP 339.185, los resultados de las tres canteras estudiadas se detallan en la Tabla siguiente y se presentan con detalle en el **ANEXO I**.

**Tabla XVIII**

Contenido de humedad del agregado fino – canteras de estudio

<b>Cantera</b>	<b>Resultado</b>
La Victoria - Pátapo	1.72%
Tres Tomas - Ferreñafe	1.29%
Pacherrez- Pucalá	0.80%

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Tabla XVIII** se presenta los resultados de acuerdo con la Norma Técnica Peruana, los datos de contenido de humedad de la cantera La Victoria, Tres Tomas y Pacherez fueron los siguientes valores 1.72%, 1.29% y 0.80% respectivamente.

#### **Cantera seleccionada (La Victoria - Pátapo): Resumen de los resultados del agregado fino.**

Después de llevar a cabo el estudio de las tres canteras seleccionadas, se determinó que la cantera La Victoria cumple con los requisitos determinados en la Normativa. La siguiente tabla resume los resultados de los ensayos realizados a la cantera en mención.

**Tabla XIX**

Resumen de los ensayos del agregado fino de la cantera seleccionada

<b>Ensayos</b>	<b>Unid.</b>	<b>Resultado</b>
Módulo de finura	Adimensional	2.411
Peso específico	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
	kg/m <sup>3</sup>	2756
Absorción	%	1.21
Peso unitario suelto seco	Kg/m <sup>3</sup>	1416
Peso unitario compactado seco	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Contenido de humedad	%	1.72

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Tabla XIX** muestra los resultados obtenidos de la cantera La Victoria, los cuales cumplen con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana. Los ensayos realizados en el material de la cantera dieron como resultado: MF=2.411, peso específico de 2756 kg/m<sup>3</sup>, absorción de 1.21%, peso unitario suelto de 1416 kg/m<sup>3</sup>, peso unitario compactado de 1585 kg/m<sup>3</sup> y un contenido de humedad de 1.72%.

#### **Ensayos realizados al poliestireno:**

#### **Peso unitario del Poliestireno - (NTP 400.017).**

Respecto al ensayo de peso unitario del poliestireno se basó en la NTP 400.017, los resultados se detallan en la Tabla siguiente y se presentan detalladamente en el **ANEXO II**.

**Tabla XX***Peso unitario del Poliestireno*

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>	<b>Resultado</b>
Perlas de poliestireno	Peso unitario suelto (P.U.S)	7.22 kg/m <sup>3</sup>
	Peso unitario compactado (P.U.C)	7.57 kg/m <sup>3</sup>

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

Los datos presentados en la **Tabla XX** corresponde a los resultados del ensayo de peso unitario de las perlas de poliestireno, los valores obtenidos fueron 7.22 kg/m<sup>3</sup>, 7.57 kg/m<sup>3</sup> para el peso unitario suelto y compactado.

### **Peso Específico y Absorción del Poliestireno - (NTP 400.022).**

Respecto al ensayo de peso específico y absorción del poliestireno fueron obtenidos de la investigación de Lopez y Morriel [47] y pueden ser observados de manera detallada en la Tabla siguiente.

**Tabla XXI**

Peso específico y absorción del Poliestireno

<b>Datos</b>	<b>Unidad</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>Promedio</b>
A. Peso mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	gr	5.45	5.16	5.07	-----
B. Peso frasco + agua	gr	817.75	817.75	817.75	-----
C. Peso frasco + agua + A=(A+B)	gr	823.20	822.91	822.82	-----
D. Peso frasco+ agua en el frasco	gr/cm <sup>3</sup>	521.67	523.45	524.45	-----
E. Peso de mat. + vol. De vacío =(C-D)	gr/cm <sup>3</sup>	301.53	299.46	298.37	-----
F. Peso mat. Seco en estufa (105°C)	gr/cm <sup>3</sup>	5.45	5.16	5.07	-----
G. Volumen masa = (E-A+F)	cm <sup>3</sup>	301.53	299.46	298.37	-----
Peso específico de masa (Base seca) = (F/E)	gr/cm <sup>3</sup>	0.018	0.017	0.017	0.017
Peso específico de masa (S.S.S) = (A/E)	gr/cm <sup>3</sup>	0.018	0.017	0.017	0.017
Peso específico Aparente=(F/G)	gr/cm <sup>3</sup>	0.018	0.017	0.017	0.017
% de Absorción =((A-F)/F)*100)	%	0.00	0.00	0.00	0.000

Nota. Tomado de la investigación de Lopez y Morriel. [47].

La **Tabla XXI** muestra que el poliestireno tiene un peso específico de 0.017 gr/cm<sup>3</sup> y una absorción del 0%.

### Diseño del mortero patrón en proporción 1:4

Después de llevar a cabo el análisis previamente mencionado, se determinó que la cantera La Victoria presentó resultados favorables. Tomando como base estos resultados se procedió al diseño de la mezcla de mortero utilizando los materiales seleccionados. En el **ANEXO III** se presentan con detalle los resultados obtenidos.

En esta sección se exponen los resultados del segundo objetivo específico, que consistió en diseñar el mortero patrón.

**Tabla XXII**

Diseño del mortero patrón 1:4.

Descripción	Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Mortero patrón 1:4	Cemento	397.38	42.50	0.35	1	1
	Arena	1499.73	160.40	1.06	3.07	4.00
	Agua	337.08	36.05	0.34	0.98	1.27

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Tabla XXII** se muestran la dosificación que se utilizó en el diseño de mortero patrón 1:4.

### Diseño de mortero 1:4 con sustitución 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno por agregado fino

Después de llevar a cabo el análisis previamente mencionado, se determinó que la cantera La Victoria presentó resultados favorables. Tomando como base estos resultados se procedió al diseño de la mezcla de mortero utilizando los materiales seleccionados. En el **ANEXO III** se presentan con detalle los resultados obtenidos.

En esta sección se exponen los resultados del tercer objetivo específico, que consistió en diseñar los morteros 1:4 con suplencia de 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno por agregado fino en la mezcla.

**Tabla XXIII**

Diseño de los morteros 1:4 con sustitución de 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno por agregado fino

Descripción	Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
	Cemento	402.48	42.5	0.35	1	1
Mortero con 3% de poliestireno	Arena	1474.61	155.71	1.04	2.98	3.88
	Agua	328.28	34.67	0.33	0.94	1.22
	EPS	0.27	0.029	0.02	0.05	0.06
	Cemento	405.45	42.5	0.35	1	1
Mortero con 5% de poliestireno	Arena	1453.96	152.41	1.03	2.91	3.8
	Agua	322.54	33.81	0.32	0.91	1.19
	EPS	0.47	0.049	0.03	0.08	0.1
	Cemento	410.98	42.5	0.36	1	1
Mortero con 7% de poliestireno	Arena	1441.79	149.1	1.02	2.85	3.72
	Agua	313.72	32.44	0.31	0.88	1.15
	EPS	0.67	0.07	0.04	0.11	0.14
	Cemento	414.38	42.5	0.36	1	1
Mortero con 9% de poliestireno	Arena	1424.16	146.07	1.01	2.79	3.64
	Agua	308	31.59	0.31	0.85	1.12
	EPS	0.86	0.088	0.05	0.14	0.18

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Tabla XXIII** se muestran las dosificaciones que se utilizaron en el diseño de los morteros con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno como sustitución del agregado fino.

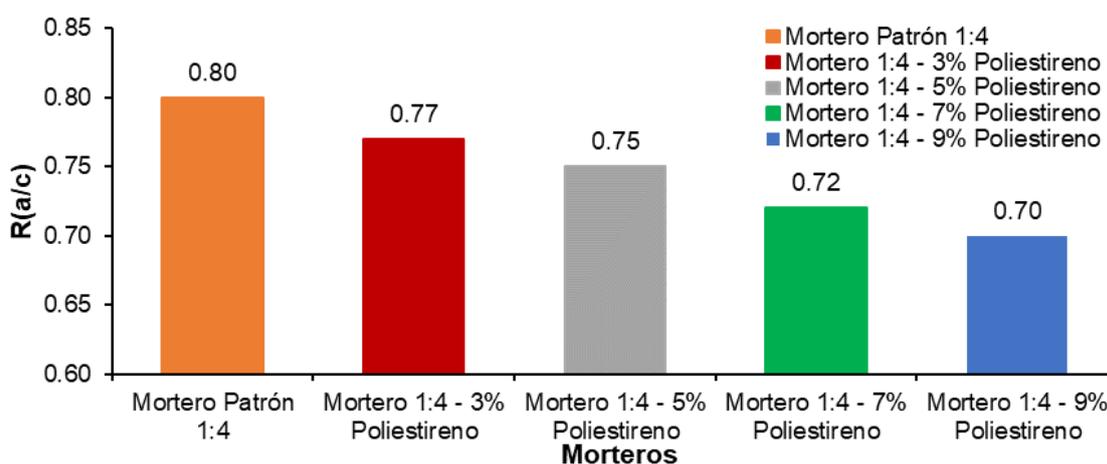
**Tabla XXIV**

Resumen de los diseños de mortero Patrón y modificado con poliestireno (Dosificación en volumen)

Descripción	Dosificación en volumen			Relación Agua/cemento R (A/C)
	Cemento	Arena	Poliestireno	
Mortero Patrón 1:4	1.00	4.00	---	0.80
Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	1.00	3.88	0.06	0.77
Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	1.00	3.80	0.10	0.75
Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	1.00	3.72	0.14	0.72
Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	1.00	3.64	0.18	0.70

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Tabla XXIV** muestra el resumen de los valores de la dosificación ideal en volumen tanto para el mortero patrón como para los morteros con suplencia de poliestireno por agregado fino.



**Fig. 26.** Relación Agua/Cemento utilizada en los diseños

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Fig. 26**, se exhiben los valores de la relación a/c que se utilizaron para la elaboración del mortero 1:4 y morteros con suplencia de poliestireno en 3%, 5%, 7% y 9%, los valores de relación a/c fueron 0.80, 0.77, 0.75, 0.72 y 0.70 respectivamente.

**Tabla XXV**

Resumen de los diseños de mortero patrón y modificado con poliestireno (Dosificación en peso)

Descripción	Dosificación (kg)				Relación agua/cemento
	Cemento	Arena	Poliestireno	Agua	
Mortero Patrón 1:4	42.50	160.40	---	36.05	0.80
Mortero 1:4 - 3% de poliestireno	42.50	155.71	0.029	34.67	0.77
Mortero 1:4 - 5% de poliestireno	42.50	152.41	0.049	33.81	0.75
Mortero 1:4 - 7% de poliestireno	42.50	149.10	0.070	32.44	0.72
Mortero 1:4 - 9% de poliestireno	42.50	146.07	0.088	31.59	0.70

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Tabla XXV** muestra el resumen de los valores de la dosificación ideal en peso tanto para el mortero patrón como para los morteros 1:4 con suplencia de poliestireno por agregado fino.

#### **Mortero patrón y morteros con poliestireno: Propiedades físicas y mecánicas**

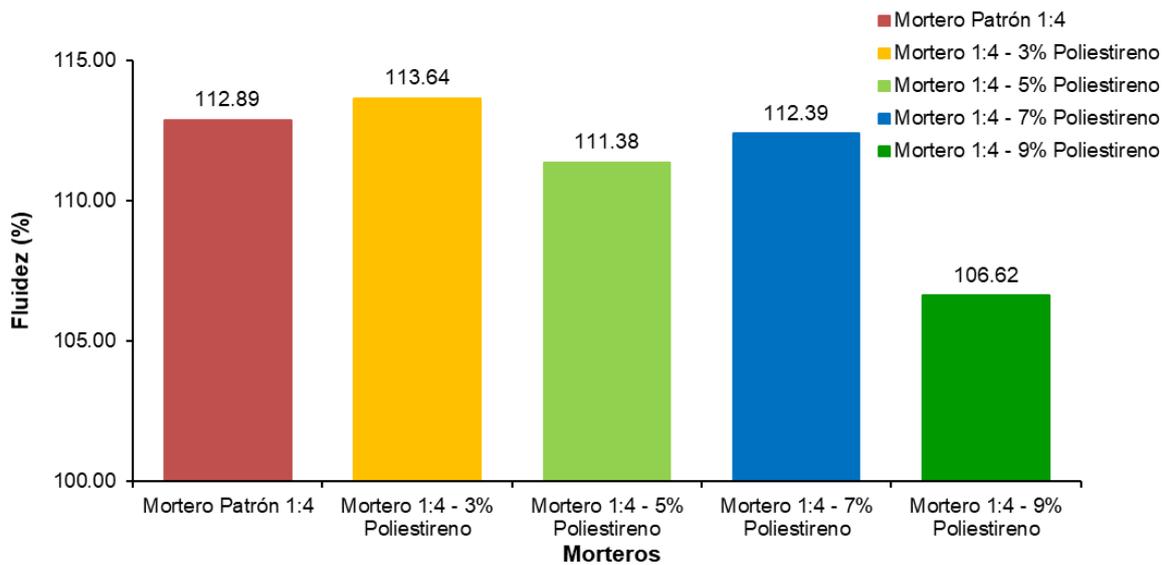
En esta sección se exponen los resultados del cuarto objetivo específico, que consistió en analizar si hay variaciones en las características del mortero al suplir el agregado fino por poliestireno en la mezcla.

#### **Mortero patrón y morteros con poliestireno: Propiedades físicas.**

## A. Fluidez del mortero

Respecto al ensayo de fluidez del mortero se basó en la NTP 399.610, los resultados del ensayo realizado tanto al mortero patrón 1:4 como al mortero modificado con diferentes porcentajes de poliestireno (3%, 5%, 7% y 9%), se detallan en la Figura siguiente y se muestran detalladamente en el **ANEXO IV**.

Según la NTP 399.610, establece que la fluidez debe estar en un rango de  $110 \pm 5\%$ ; con esta condición se realizó el ensayo en las mezclas de mortero.



**Fig. 27.** Fluidez del mortero 1:4 y morteros 1:4 con poliestireno

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Fig. 27** se muestra que valores alcanzados en el ensayo de fluidez se encuentran dentro de los parámetros de la NTP 399.610, la fluidez del mortero con 3% de poliestireno aumento 0.66% en relación a la fluidez del mortero patrón 1:4 (112.89%), mientras que los morteros con 5%, 7% y 9% de poliestireno disminuyeron la fluidez en 1.36%, 0.44% y 5.88% en relación a la fluidez del mortero patrón 1:4.

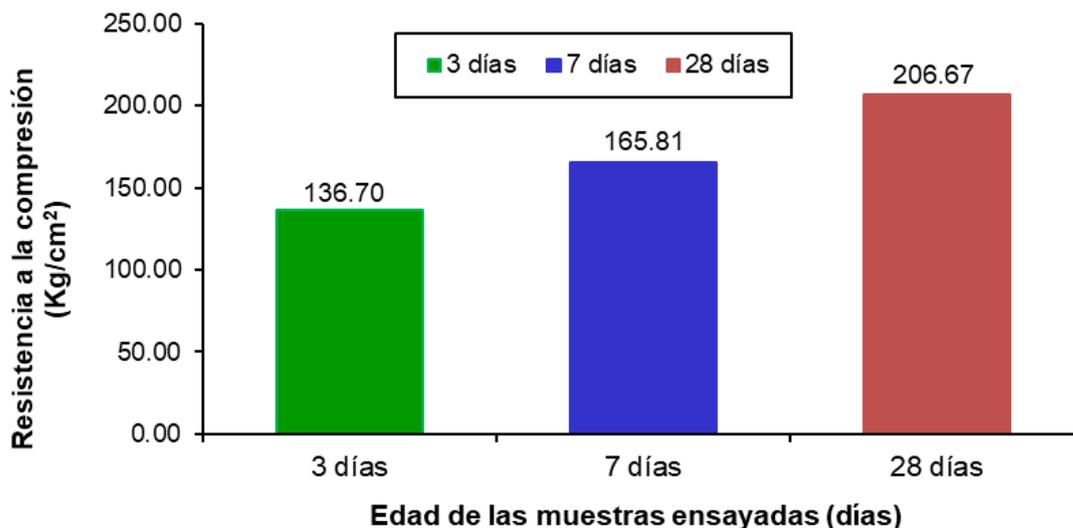
## Mortero patrón y mortero con poliestireno: Propiedades mecánicas.

### A. Resistencia a la compresión

Respecto al ensayo de resistencia a la compresión del mortero se basó en la NTP 334.051, los resultados del ensayo realizado tanto al mortero 1:4 como al mortero modificado con diferentes porcentajes de poliestireno (3%, 5%, 7% y 9%),

En las figuras que se presentan a continuación se describen los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a los 3, 7 y 28 días de las muestras de mortero patrón y de morteros que contienen poliestireno en porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9% como sustituto del agregado fino. Los resultados alcanzados en este ensayo se encuentran a detalle en el

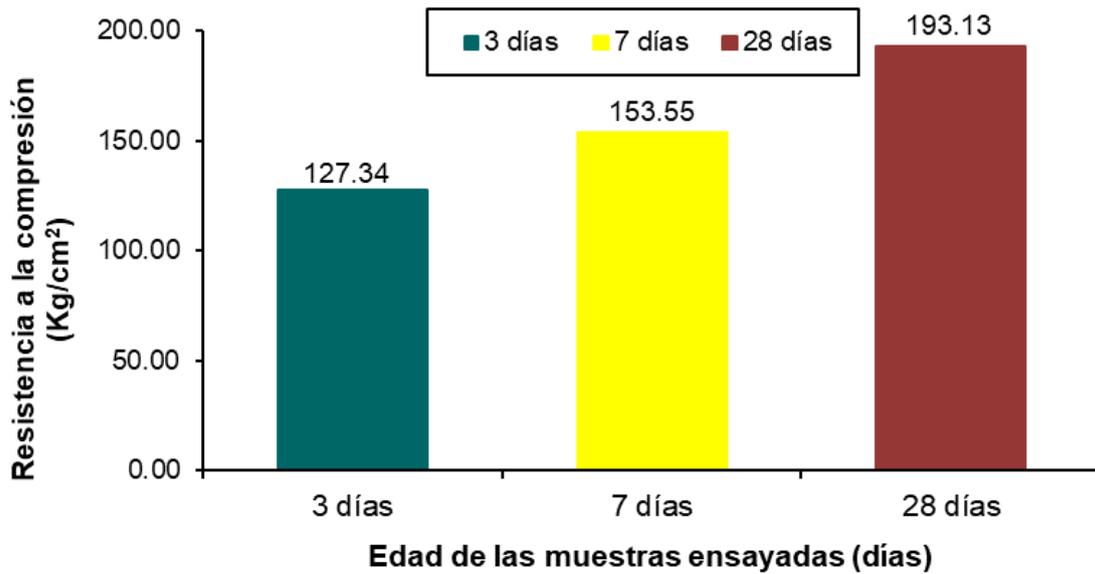
#### ANEXO IV.



**Fig. 28.** Resistencia a la compresión del mortero 1:4 a los 3, 7 y 28 días

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

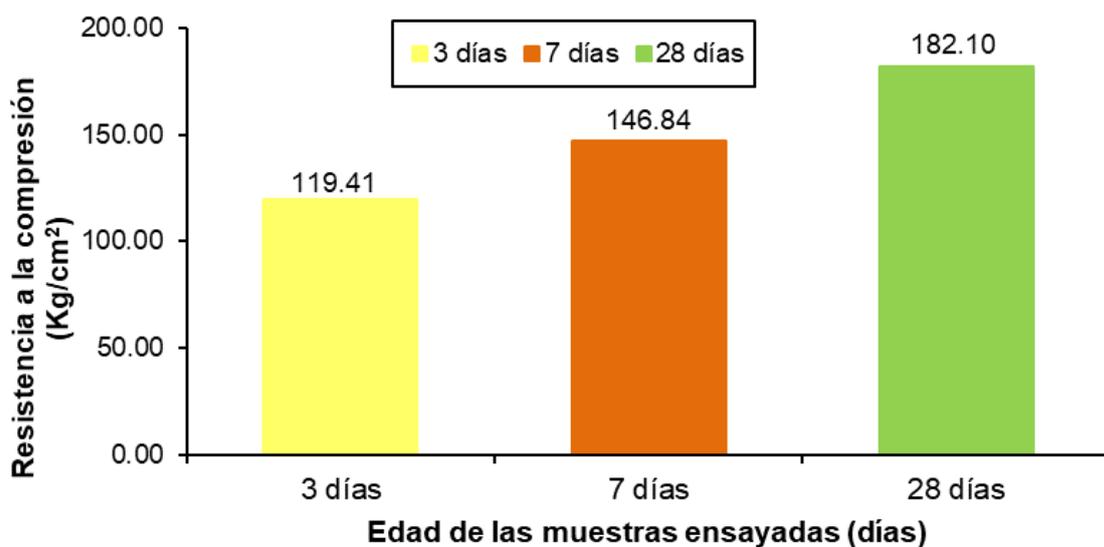
La **Fig. 28** presenta los resultados de la resistencia a la compresión del mortero patrón 1:4 a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero patrón aumento su resistencia en 17.56% y 19.77% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 29.** Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 3% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

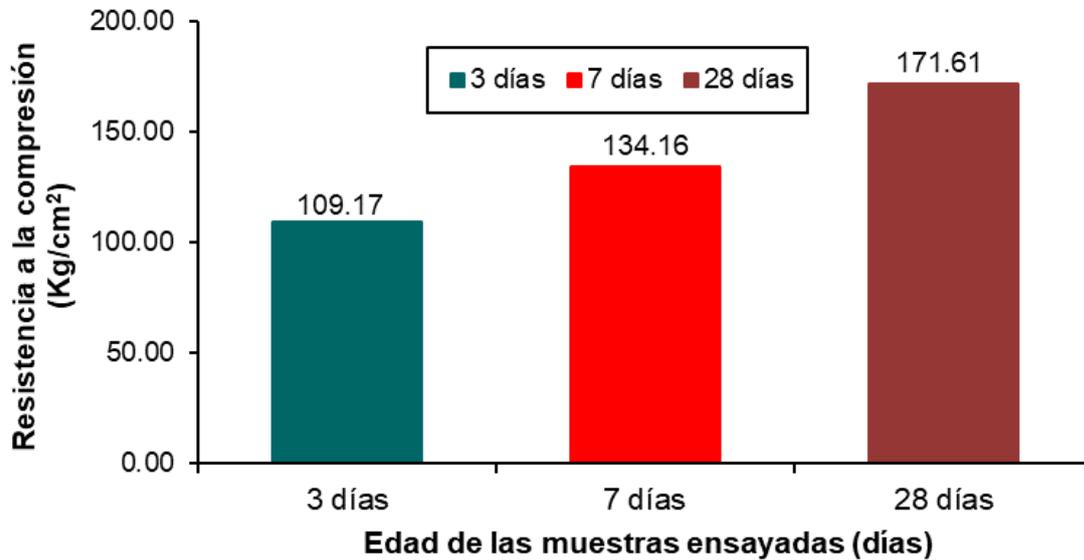
La **Fig. 29** presenta los resultados de la resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 3% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia en 17.07% y 20.49% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 30.** Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 5% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

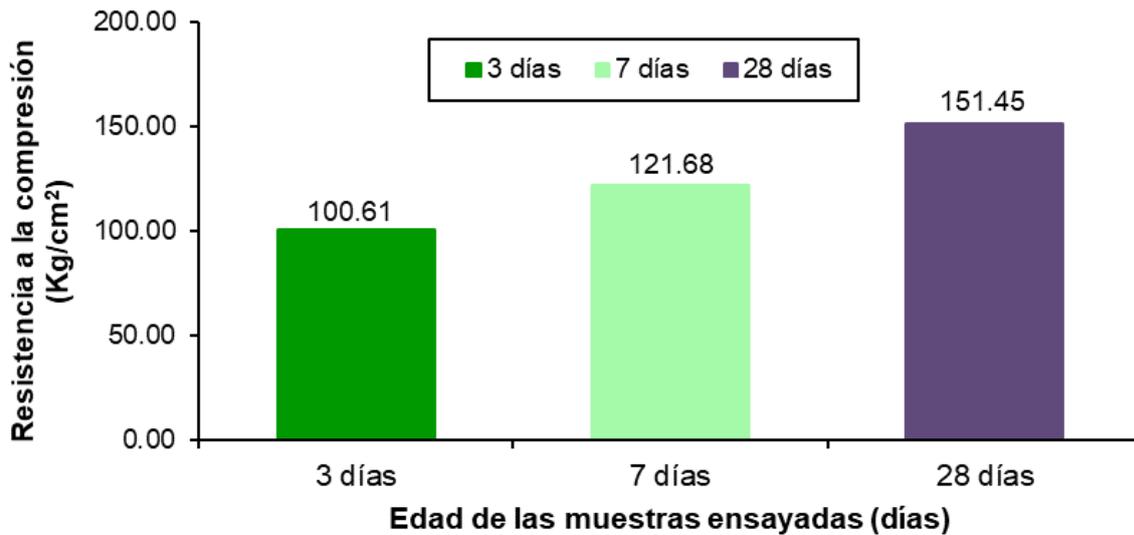
La **Fig. 30** presenta los resultados de la resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 5% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia en 18.68% y 19.36% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 31.** Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 7% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

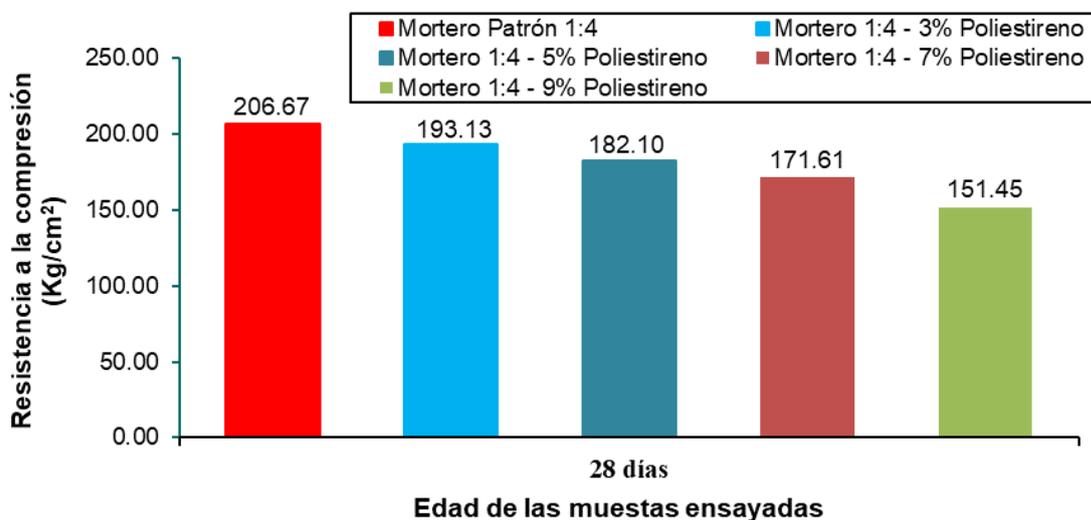
La **Fig. 31** presenta los resultados de la resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 7% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia en 18.63% y 21.82% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 32.** Resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 9% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Fig. 32** presenta los resultados de la resistencia a la compresión del mortero 1:4 con 9% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia en 17.32% y 19.65% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 33.** Resistencia a la compresión a los 28 días del mortero patrón 1:4 y morteros 1:4 con poliestireno

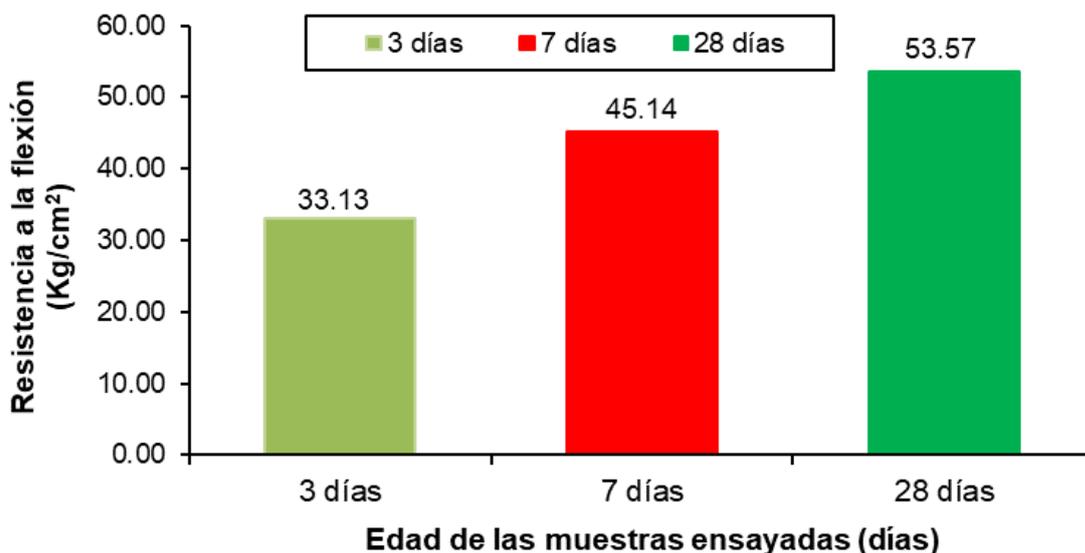
Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Fig. 33** presenta los resultados del ensayo de resistencia a la compresión realizado a los especímenes de mortero elaboradas con poliestireno expandido (EPS) y ensayadas después de 28 días, se aprecia que las muestras con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno presentan una disminución en la resistencia a la compresión de 6.55%, 11.89%, 16.97%, y 26.72%, respectivamente, en comparación con el mortero convencional que presentó una resistencia de 206.67 kg/cm<sup>2</sup>.

## B. Resistencia a la flexión

Respecto al ensayo de resistencia a la flexión del mortero se basó en la NTP 334.120, los resultados del ensayo realizado tanto al mortero convencional 1:4 como al mortero modificado con diferentes porcentajes de poliestireno (3%, 5%, 7% y 9%),

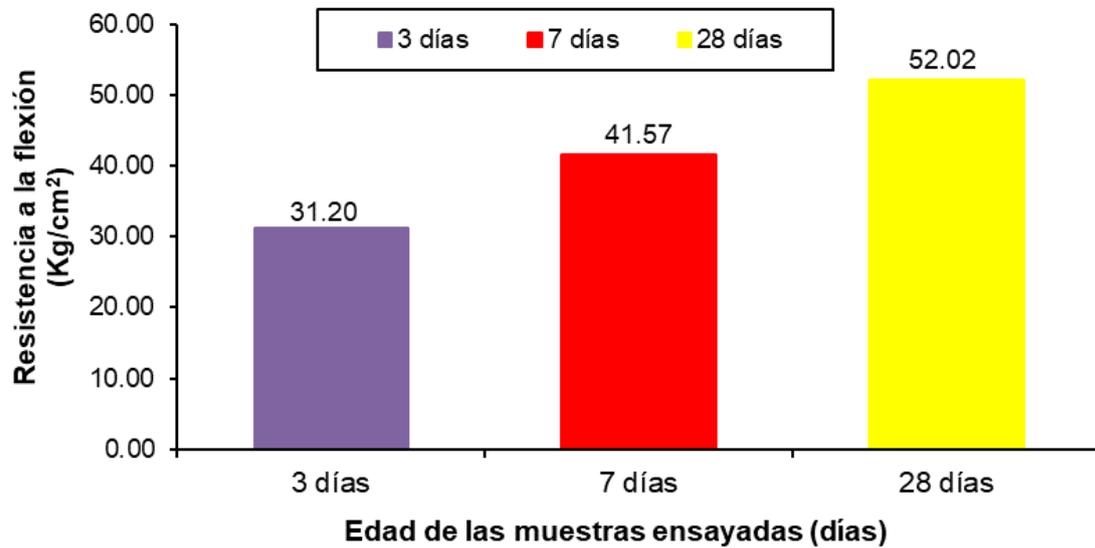
Las siguientes figuras presentan los resultados de resistencia a la flexión obtenidos para las muestras de mortero convencional y morteros con poliestireno en porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9%, a las edades de 3, 7 y 28 días. Los detalles completos de los resultados se encuentran en el **ANEXO IV**.



**Fig. 34.** Resistencia a la flexión del mortero 1:4 a los 3, 7 y 28 días

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

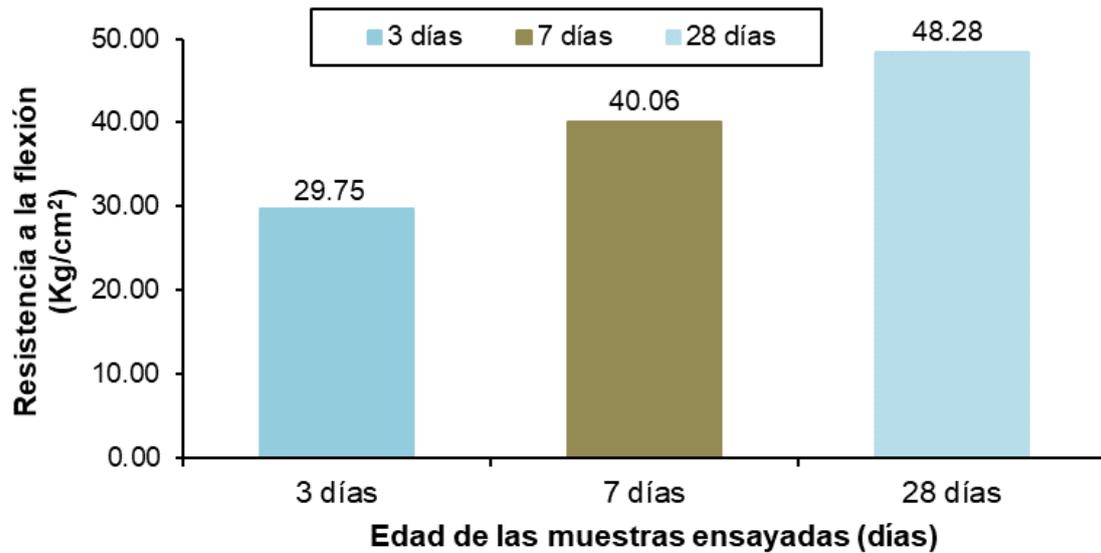
La **Fig. 34** exhibe los resultados de la resistencia del mortero convencional 1:4 a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia a la flexión en 26.60% y 15.74% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 35.** Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 3% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

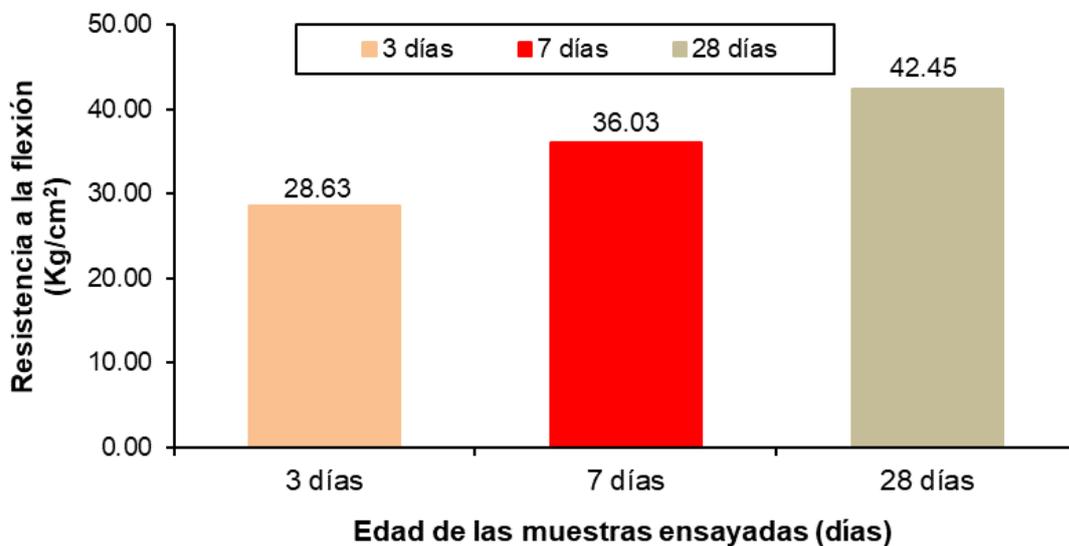
La **Fig. 35** presenta los valores de resistencia del mortero 1:4 que contiene un 3% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia a la flexión en 24.94% y 20.09% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 36.** Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 5% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

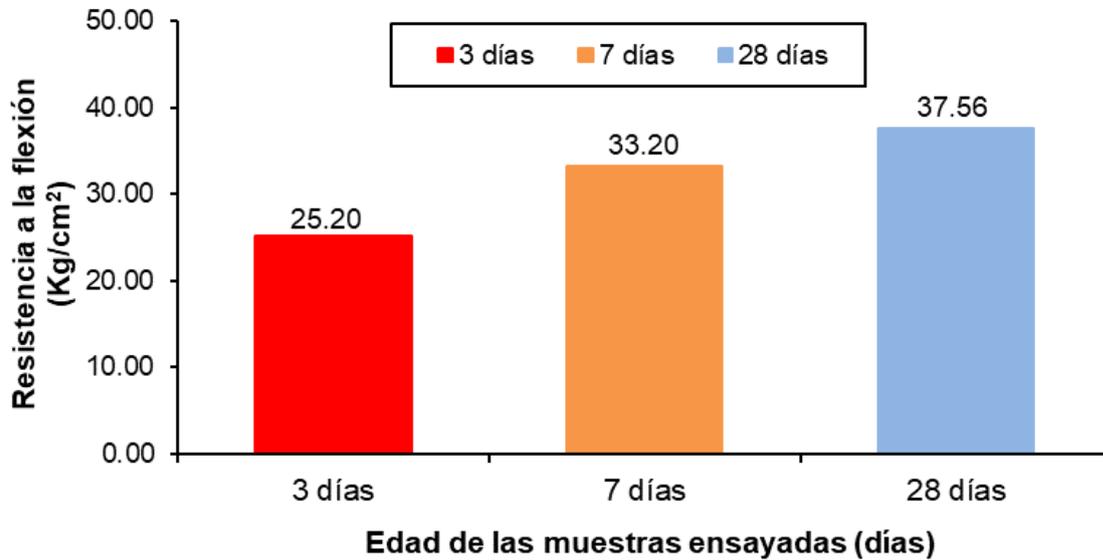
La **Fig. 36** ilustra los resultados de la resistencia del mortero 1:4 que contiene un 5% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia a la flexión en 25.74% y 17.02% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 37.** Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 7% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días

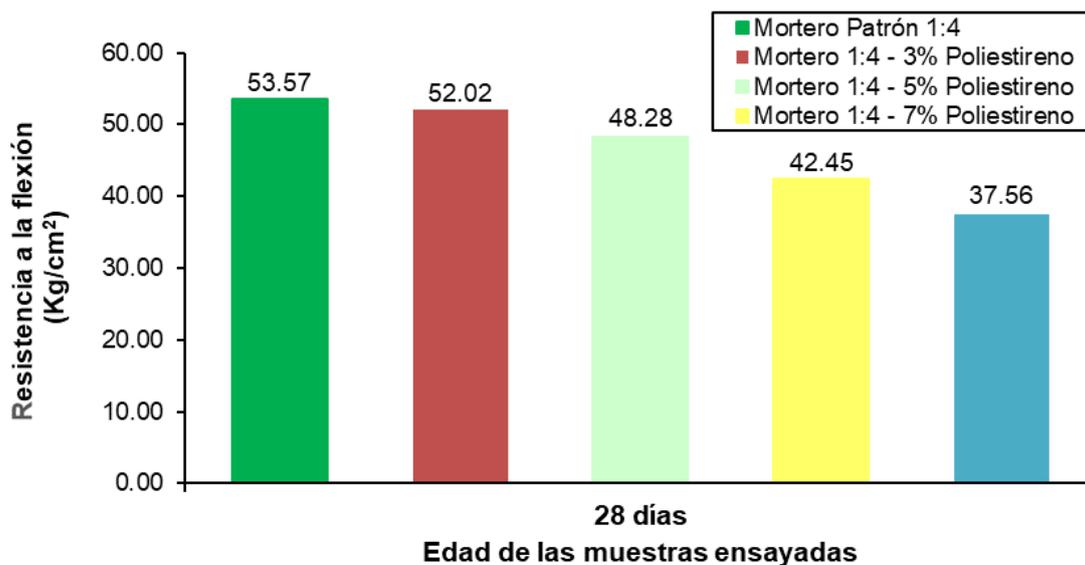
Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Fig. 37** presenta los resultados de la resistencia del mortero 1:4 que contiene un 7% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia a la flexión en 20.54% y 15.11% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 38.** Resistencia a la flexión del mortero 1:4 con 9% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días  
Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Fig. 38** exhibe los valores de la resistencia del mortero con 9% de poliestireno a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia a la flexión en 24.11% y 11.62% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 39.** Resistencia a la flexión del mortero 1:4 y morteros 1:4 con poliestireno a los 28 días

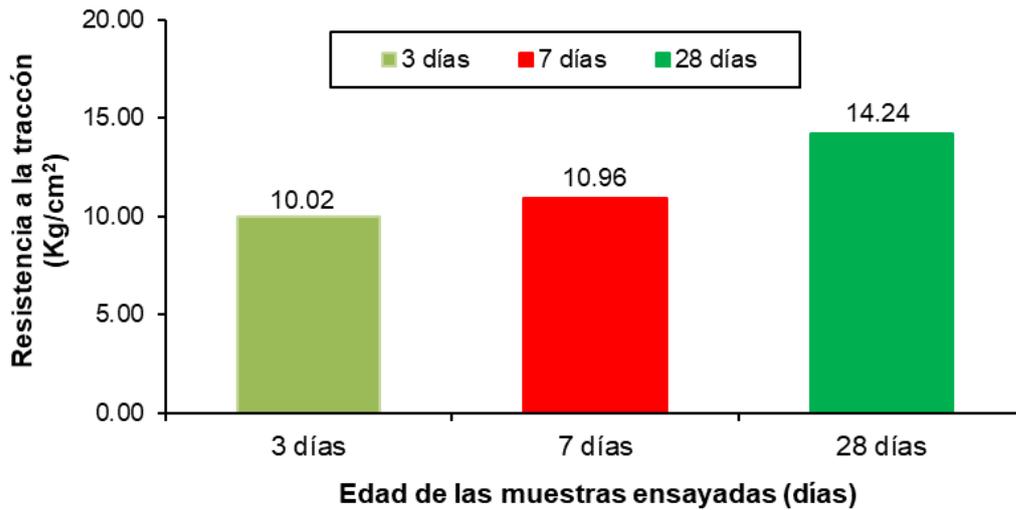
Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Fig. 39** exhibe los resultados del ensayo de resistencia a la flexión realizado a las muestras de mortero con poliestireno expandido (EPS) y que fueron sometidas al ensayo después de 28 días, se observó que la resistencia a la flexión disminuyó en un 2.88%, 9.87%, 20.76% y 29.87%, respectivamente, para las mezclas que contenían un 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno en comparación con el mortero convencional, que presentó una resistencia a la flexión de 53.57 kg/cm<sup>2</sup>.

### C. Resistencia a la tracción

Respecto al ensayo de resistencia a la tracción del mortero se basó en la NTP 334.060, los resultados del ensayo realizado tanto al mortero patrón 1:4 como al mortero modificado con diferentes porcentajes de poliestireno (3%, 5%, 7% y 9%),

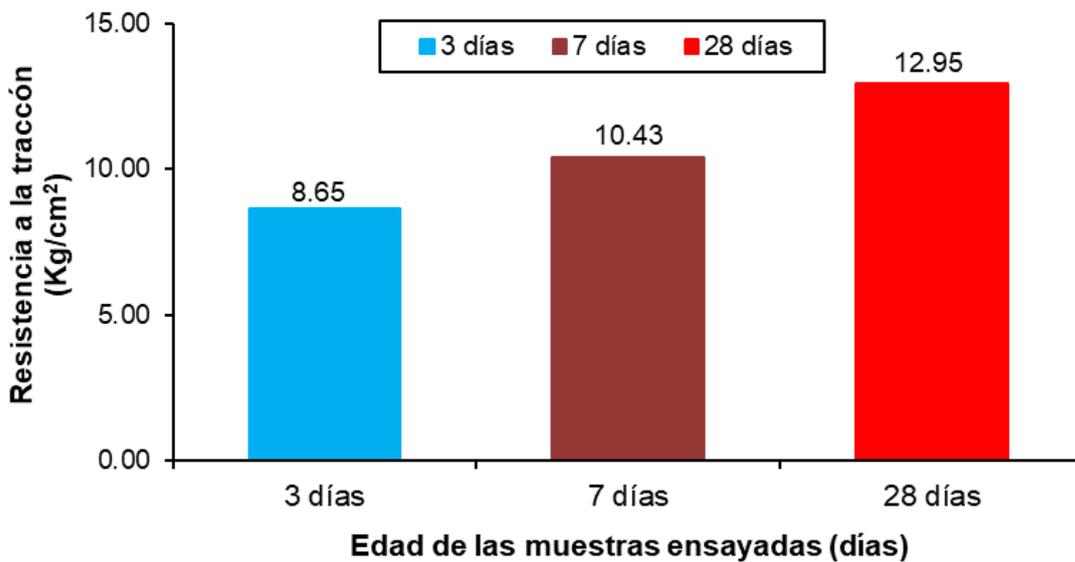
Las siguientes figuras presentan los resultados de resistencia a la tracción obtenidos a diferentes edades (3, 7 y 28 días) de muestras de mortero patrón y morteros que contenían 3%, 5%, 7% y 9%. poliestireno como suplencia del agregado fino. Se incluyen en el **ANEXO IV** los resultados detallados de este ensayo.



**Fig. 40.** Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero patrón 1:4

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

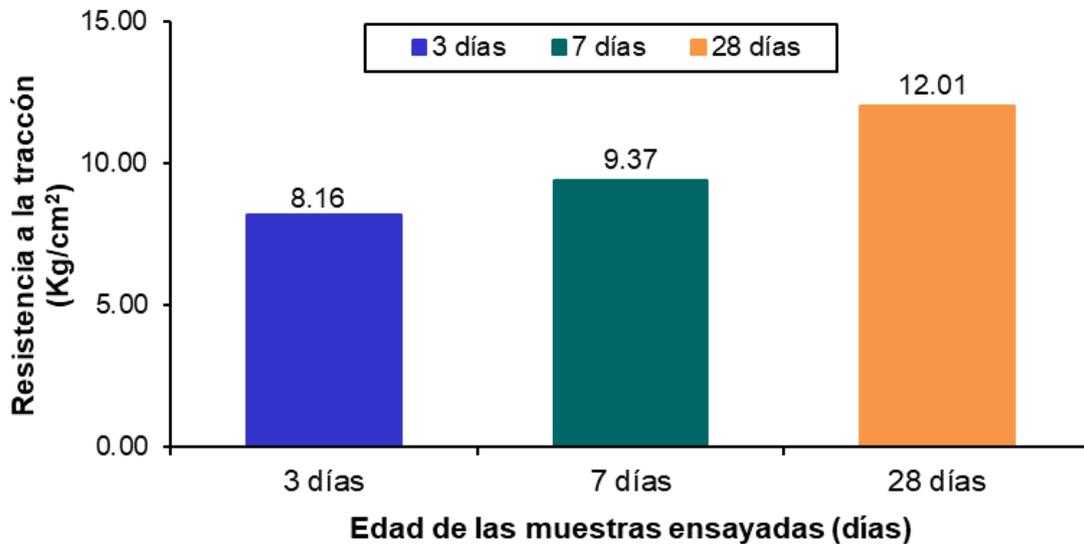
La **Fig. 40** presenta los resultados de la resistencia del mortero patrón 1:4 a los 3, 7 y 28 días de edad, el mortero aumento su resistencia a la tracción en 8.57% y 23.09% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 41.** Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero 1:4 con 3% de poliestireno

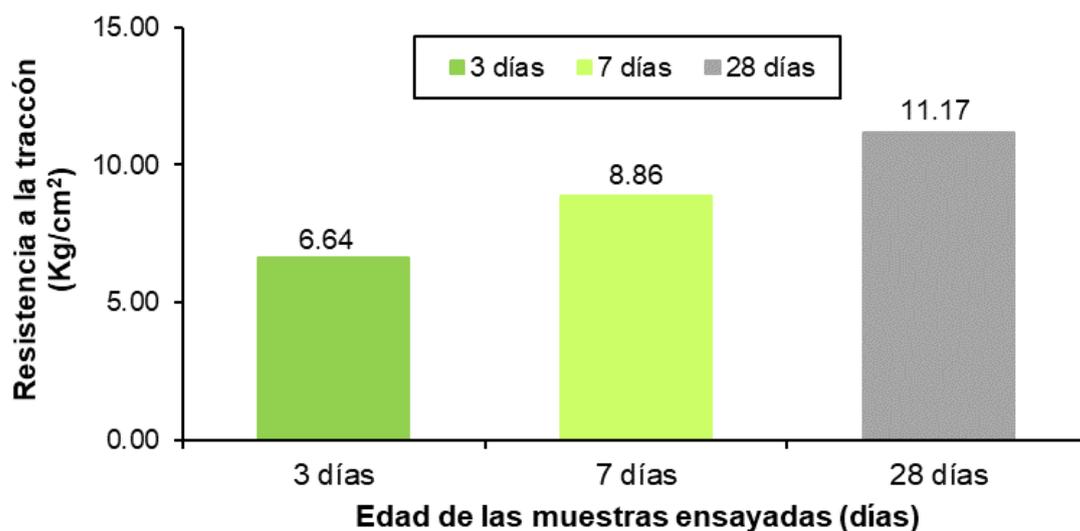
Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Fig. 41** ilustra la resistencia del mortero 1:4 que contiene un 3% de poliestireno a las edades de 3, 7 y 28 días, el mortero aumento su resistencia a la tracción en 17.04% y 19.49% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 42.** Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero 1:4 con 5% de poliestireno  
Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

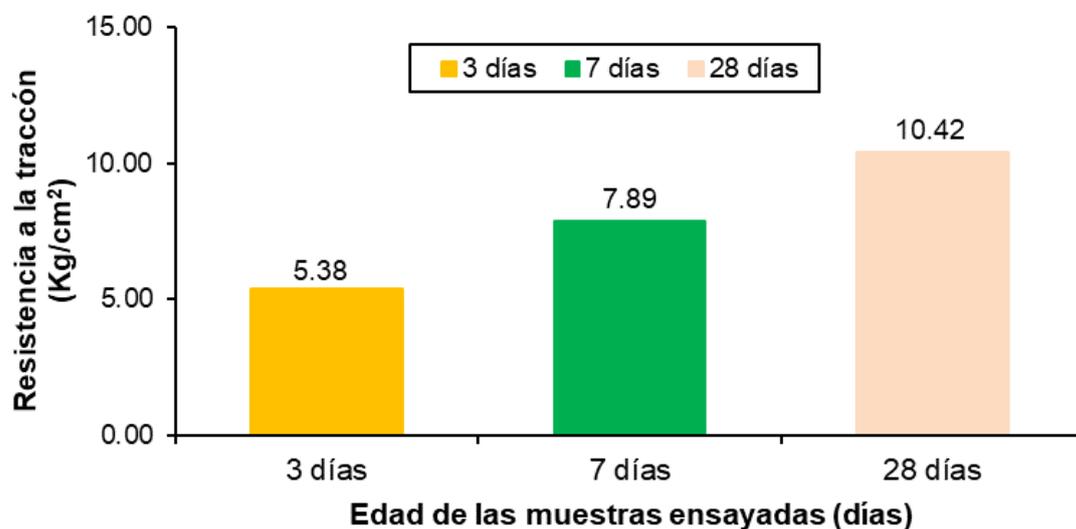
La **Fig. 42** muestra la resistencia del mortero 1:4 que contiene un 5% de poliestireno a las edades de 3, 7 y 28 días, el mortero aumento su resistencia a la tracción en 12.90% y 22.00% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 43.** Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero 1:4 con 7% de poliestireno

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

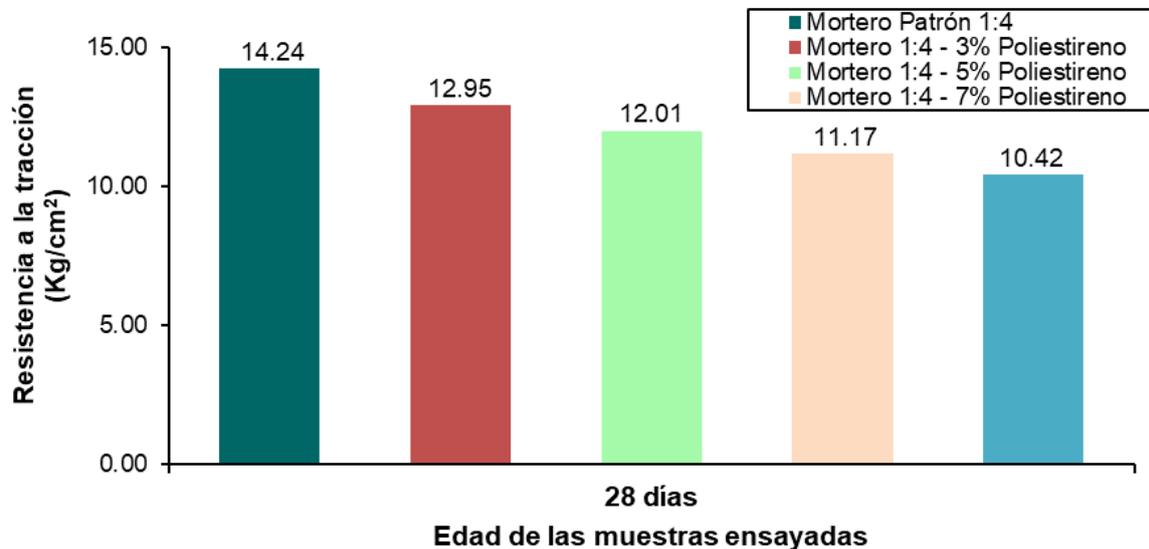
La **Fig. 43** presenta los valores de resistencia a la tracción del mortero 1:4 con una suplencia del 7% de poliestireno a la edad de 3, 7 y 28 días, el mortero aumento su resistencia a la tracción en 25.02% y 20.72% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 44.** Resistencia a la tracción a los 3, 7 y 28 días del mortero 1:4 con 9% de poliestireno

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Fig. 44** presenta los resultados de la resistencia del mortero 1:4 con 9% de poliestireno a las edades de 3, 7 y 28 días, el mortero aumento su resistencia a la tracción en 31.78% y 24.27% respecto a los días de ensayo.



**Fig. 45.** Resistencia a la tracción a los 28 días del mortero 1:4 y morteros 1:4 con poliestireno

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

La **Fig. 45** muestra los resultados del ensayo de resistencia a la tracción de los especímenes de mortero que contenían poliestireno y que se sometieron al ensayo después de 28 días, se puede apreciar que la resistencia a la tracción disminuyó en un 9.08%, 15.66%, 21.56% y 26.85%, respectivamente, para las mezclas que contenían un 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno, en comparación con el mortero convencional que presentó una resistencia a la tracción de 14.24 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Mortero patrón y morteros con poliestireno: Propiedades térmicas (Ensayo de aislamiento térmico a maquetas)**

Los resultados alcanzados se muestran detalladamente en el **ANEXO V**. En la **Tabla 26** se pueden ver los resultados obtenidos del ensayo térmico realizado a la maqueta del mortero convencional 1:4 y mortero con poliestireno en los porcentajes 3%, 5%, 7% y 9%.

En esta sección se aborda el quinto objetivo específico, en el que se evalúa si se produce alguna alteración en las propiedades térmicas de la maqueta de mortero patrón y mortero con poliestireno, al someterla a un ensayo de temperatura en un frigorífico.

**Tabla XXVI**

Registro de datos de la temperatura a la maqueta de mortero patrón 1:4 y maquetas de mortero 1:4 con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno

Descripción	Tiempo (h)	Temperatura °C	
		T. frigorífico °C	T. interior Maqueta °C
Maqueta (mortero patrón)	0:00:00	22.1	22
	0:30:00	-4.9	13.9
	1:00:00	-9.8	6.6
	1:30:00	-13.9	1.7
	2:00:00	-16.3	-5.8
	2:30:00	-18.6	-6.2
	3:00:00	-22.7	-7.9
Maqueta (mortero con 3% de poliestireno)	0:00:00	22.2	22.4
	0:30:00	-3.8	16.6
	1:00:00	-8.6	10.7
	1:30:00	-12.9	5.3
	2:00:00	-17.3	3.2
	2:30:00	-20.9	-1.2
	3:00:00	-22.4	-2.5
Maqueta (mortero con 5% de poliestireno)	0:00:00	21.2	23.9
	0:30:00	-2.9	19.9
	1:00:00	-5.7	13.6
	1:30:00	-10.5	7.6
	2:00:00	-14.3	4.2
	2:30:00	-17.5	1.2
	3:00:00	-20.1	-1.8
Maqueta (mortero con 7% de poliestireno)	0:00:00	21.2	24.4
	0:30:00	-2.1	22.2

	1:00:00	-4.8	16.7
	1:30:00	-9.5	12.8
	2:00:00	-13.5	7.1
	2:30:00	-18.5	2.9
	3:00:00	-21.1	0.7
	0:00:00	21	24.2
	0:30:00	-1.3	19.7
Maqueta (mortero con 9% de poliestireno)	1:00:00	-6.8	14.1
	1:30:00	-10.4	10.4
	2:00:00	-15.3	6.3
	2:30:00	-17.1	2.1
	3:00:00	-20.3	-1.2

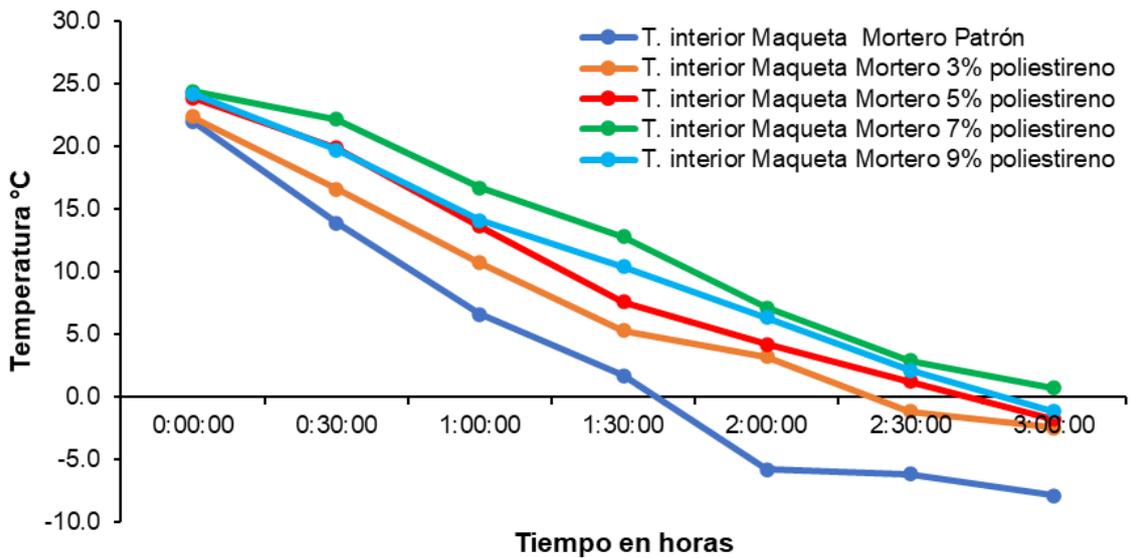
Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Tabla XXVI** se expone los registros de temperatura realizadas a las 5 maquetas, se observa que la temperatura en interior de la maqueta va incrementando gradualmente hasta la maqueta de mortero con 7% de poliestireno, mientras que en la maqueta con el 9% la temperatura disminuye respecto a la maqueta con 7%. Por lo tanto, con el 7% se observa que hay una mayor conservación térmica con respecto a las demás maquetas.

#### **Porcentaje óptimo de poliestireno que ayudara al mortero a ser aislante térmico**

Después de analizar los resultados obtenidos en el ensayo térmico realizado en la maqueta de mortero patrón y las maquetas de mortero con poliestireno, se determinó el porcentaje óptimo de poliestireno que contribuiría a hacer que el mortero tuviera propiedades de aislación térmica.

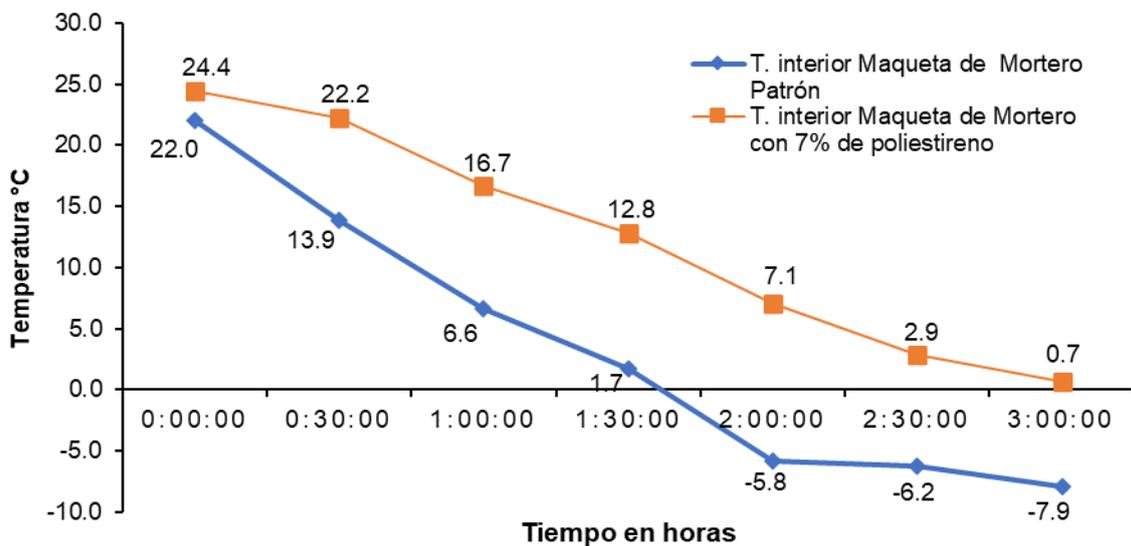
Este punto corresponde al sexto objetivo específico. En este punto se verifica los resultados del ensayo térmico para establecer cuál es el porcentaje óptimo de poliestireno que ayudara al mortero a ser un aislante térmico.



**Fig. 46.** Representación gráfica del ensayo de temperatura en el interior de las maquetas de mortero

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Fig. 46** se observa que la maqueta con 7% de poliestireno alcanza los 0.7°C a las 3 horas de ensayo en su interior, siendo esta la que conserva mejor la temperatura en comparación con las demás maquetas de mortero.



**Fig. 47.** Temperatura del interior de la maqueta de mortero patrón VS temperatura del interior de la maqueta de mortero con 7% de poliestireno (porcentaje optimo)

Nota. Adaptado del informe del laboratorio de la empresa LMSCEACH E.I.R.L

En la **Fig. 47** se muestran los resultados alcanzados en el ensayo térmico llevado a cabo en la maqueta de mortero patrón y la maqueta con mortero que contenía poliestireno. Estos resultados muestran que la maqueta con un 7% de poliestireno es la mejor opción para un revestimiento como aislante térmico; este espécimen conservó mejor la temperatura en un 108.86% con respecto a la maqueta de mortero patrón.

### **3.2. Discusión**

#### **Características de los materiales utilizados**

##### **Ensayos realizados al agregado fino y poliestireno:**

##### **Granulometría y módulo de fineza.**

Después de evaluar tres canteras para determinar el agregado fino más adecuado, se llegó a la conclusión de que el material ideal es el obtenido de la cantera "La Victoria". Los ensayos realizados confirmaron que este agregado cumple con los parámetros requeridos en la norma E.070, la cual establece que el valor del módulo de finura debe estar en el rango de 1.6 a 2.5. Estos resultados concuerdan con una investigación previa llevada a cabo por Reyes y Torres [45], en la que se obtuvo un módulo de fineza de 2.46, por lo que el resultado obtenido (MF= 2.411) se encuentra dentro del rango establecido.

##### **Peso específico y absorción – agregado fino.**

Según lo establecido en la NTP 400.022, el rango de peso específico para el árido fino se encuentra entre 2400 kg/m<sup>3</sup> y 2900 kg/m<sup>3</sup>. En este estudio se encontró que el peso específico del árido fino fue de 2756 kg/m<sup>3</sup>, valor que se encuentra dentro de los límites establecidos por la normativa.

Según la normativa, la absorción del material debe estar dentro del rango del 0% al 5%. En esta prueba, se obtuvo un valor de absorción del 1.21%, lo cual se ajusta a los parámetros establecidos por la normativa.

### **Peso unitario – agregado fino.**

De acuerdo con la normativa NTP 400.017, el peso unitario del árido fino utilizado debe estar entre 1200 y 1750 kg/m<sup>3</sup>. En este estudio, se obtuvieron valores de 1416 kg/m<sup>3</sup> y 1585 kg/m<sup>3</sup> para el peso unitario suelto y compactado seco del agregado fino, correspondientemente, lo cual cumple con los parámetros establecidos por la normativa.

### **Peso unitario – Perlas de poliestireno.**

Una vez seleccionado el tipo de poliestireno, se llevó a cabo el ensayo de peso unitario suelto y compactado, obteniendo valores de 7.22 kg/m<sup>3</sup> y 7.57 kg/m<sup>3</sup>, correspondientemente. Estos valores concuerdan con los obtenidos en una investigación previa realizada por Lopez y Morriel [47], en la cual obtuvieron valores de 7.246 y 7.488 kg/m<sup>3</sup> para el peso unitario suelto y compactado, respectivamente.

### **Peso específico y absorción del poliestireno.**

Los datos de peso específico y absorción empleados en este estudio corresponden a los obtenidos por Lopez y Morriel [47], que fueron de 0.017 gr/cm<sup>3</sup> y 0% de absorción. Estos resultados coinciden con investigaciones previas realizadas por Alva y Pacheco [48] y Assaad et al [51], en las cuales también se obtuvo un peso específico de 0.017 gr/cm<sup>3</sup> y una absorción del 0%.

### **Contenido de humedad.**

Según la normativa NTP 339.185, el contenido de humedad en el árido fino puede variar desde el 0% hasta el 100%. En este estudio, se registró un contenido de humedad del 1.72%, lo que se encuentra dentro del rango permitido por la normativa.

### **Diseño de mezcla del mortero patrón en la proporción 1:4**

El mortero 1:4 se trabajó con una relación a/c de 0.80. Esta relación de a/c concuerdan con el estudio de Lopez y Morriel [47], que concluye que la relación a/c del mortero patrón va a depender las características del agregado.

## **Diseño de mezcla del mortero modificado con poliestireno**

Los morteros 1:4 con sustitución de 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno por agregado fino se trabajaron con una relación a/c de 0.77, 0.75, 0.72 y 0.70 correspondientemente. Esta relación de a/c concuerdan con el estudio de Lopez y Morriell [47], que concluye que cuando se aumenta la sustitución de poliestireno por agregado fino en la mezcla para revestimiento disminuye la relación a/c.

## **Propiedades físico - mecánicas del mortero**

### **Propiedades físicas y mecánicas del mortero 1:4 y morteros con poliestireno.**

#### **Fluidez.**

Se efectuó la prueba, donde se fijó la cantidad de agua que le corresponde a la dosificación (1:4). La NTP 399.610, establece que la fluidez debe tener un valor de  $110 \pm 5\%$ , de acuerdo con lo estipulado se calculó la relación a/c para el mortero patrón. Para los morteros con suplencia de agregado fino por poliestireno, se considera la relación a/c inversa porque cambia de acuerdo al porcentaje de poliestireno utilizado, este resultado coincide con el estudio de Lopez y Morriell [47], que también encontraron que al añadir perlas de poliestireno en la mezcla de mortero reduce la relación agua/cemento para obtener una buena trabajabilidad.

#### **Resistencia a la compresión, flexión y tracción.**

Los resultados alcanzados en el ensayo de resistencia a la compresión para el mortero patrón y los morteros con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno fueron 206.67, 193.13, 182.10, 171.61 y 151.45 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, resultados que discrepan con el estudio de Reyes y Torres [45], que encontraron resultados de resistencia a la compresión de 193.57, 154.21, 70.09, 29.31 kg/cm<sup>2</sup> en el mortero patrón y con poliestireno en los porcentajes de 3%, 5% y 7% respectivamente.

Los resultados alcanzados en el ensayo de resistencia a la flexión para el mortero patrón y los morteros con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno fueron 53.57, 52.02, 48.28, 42.45

y 37.56 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, el cual concuerda con el estudio de Herihiri et al [40] el cual concluyo que cuando se incrementa el porcentaje de de perlas de EPS la resistencia a la flexión disminuye de 45.10 a 27.90 kg/cm<sup>2</sup> para morteros con EPS del 0% y del 100%.

Los resultados alcanzados en el ensayo de **resistencia a la traccion** para el mortero patron y los morteros con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno fueron 14.24, 12.95, 12.01, 11.17 y 10.42 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, el cual no tiene relacion con el estudio realizado por Milling et al [8] donde el mortero patron alcanzo una resistencia a la traccion de 21.82 kg/cm<sup>2</sup> y el mortero con perlas de poliestireno alcanzó una resistencia de 5.10 kg/cm<sup>2</sup>.

### **Propiedades térmicas (Ensayo de Aislamiento térmico a maquetas)**

Los datos alcanzados en el ensayo de temperatura muestran que las maquetas de mortero con poliestireno en los porcentajes de 3%, 5% y 7% conservan mejor la temperatura de manera gradual, mientras que con el 9% disminuye respecto a la maqueta anterior, resultados que coincide con el estudio de Reyes y Torres [45], el cual tuvo como resultados que mientras se incrementa el porcentaje de poliestireno (3%, 5% y 7%) hay mayor conservacion termica.

### **Porcentaje optimo**

Luego de análisis al ensayo de temperatura se determinó que el porcentaje optimo de poliestireno que ayuda al mortero a ser aislante termico es el 7%, resultado que coincide con el estudio de Reyes y Torres [45], que también determinaron que el prototipo que contenia 7% de EPS conserva mejor la temperatura.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

#### **Materiales utilizados**

Se empleó la arena gruesa como agregado fino, material procedente de la cantera "La Victoria - Pátapo". Se consideró todo el material que pasaba por el tamiz N<sup>o</sup>4, con un MF=2.411. Además, se determinó que tenía un contenido de humedad de 1.72% y absorción de 1.21%, el peso unitario suelto y compactado seco fue 1416 kg/m<sup>3</sup> y 1585 kg/m<sup>3</sup>, correspondientemente. Los indicadores utilizados para el análisis de este agregado se basaron en las normas NTP y E.070 de albañilería.

Las perlas de poliestireno utilizadas tuvieron un diámetro de 3 a 5mm y un peso unitario suelto y compactado de 7.22 kg/m<sup>3</sup> y 8.27 kg/m<sup>3</sup>, correspondientemente.

#### **Diseño de mezcla del mortero patrón 1:4**

Para el mortero convencional 1:4 se utilizó una relación a/c de 0.80, esta relación agua/cemento depende de las características de los agregados.

#### **Diseño de mezcla del mortero modificado con poliestireno**

Se emplearon distintos porcentajes de poliestireno como sustituto del agregado fino en la dosificación 1:4, incluyendo el 3%, 5%, 7% y 9%. En las mezclas con poliestireno, se redujo la cantidad de agua en comparación con el mortero patrón para lograr una mejor trabajabilidad.

#### **Propiedades físicas y mecánicas**

La fluidez de la mezcla del mortero patrón 1:4 se estableció en 110±5%, lo que significa que la trabajabilidad de la mezcla puede variar ligeramente. Al aumentar el porcentaje de poliestireno en la mezcla, la relación a/c cambió, lo que afectó la trabajabilidad del mortero. Sin embargo, todas las mezclas de mortero elaboradas con poliestireno se mantuvieron dentro del rango de fluidez de 110±5%, aunque se utilizó una proporción menor de agua en comparación con la mezcla patrón.

Los resultados del análisis de resistencia a la compresión, flexión y tracción indicaron que los morteros con poliestireno tuvieron una resistencia menor con respecto al mortero convencional. Esta diferencia se observó claramente en los valores obtenidos durante la prueba de resistencia a la compresión, donde el mortero convencional obtuvo una resistencia de 206.67 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los morteros con porcentajes de 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno tuvieron resistencias de 193.13, 182.10, 171.61 y 151.45 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

En el ensayo de resistencia a la flexión, el mortero convencional logró un valor de 53.57 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los morteros con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno tuvieron valores de 52.02, 48.28, 42.45 y 37.56 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Esto indica que la resistencia a la flexión de los morteros elaborados con poliestireno es menor en comparación con el mortero convencional.

En el ensayo de resistencia a la tracción del mortero convencional, se logró un resultado de 14.24 kg/cm<sup>2</sup>. Mientras que los morteros que contenían 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno tuvieron resultados de 12.95, 12.01, 11.17 y 10.42 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Los morteros con poliestireno disminuyen su resistencia respecto al mortero convencional.

### **Propiedades térmicas (Ensayo de aislamiento térmico a maquetas)**

En los ensayos térmicos realizados en las maquetas de mortero con porcentajes de 0%, 3%, 5%, 7% y 9%, se observó que la maqueta con el 7% de perlas de poliestireno fue la que mejor conservó la temperatura en comparación con las demás maquetas.

### **Porcentaje óptimo de poliestireno**

Tras la evaluación realizada, se concluyó que el mortero de revestimiento modificado con poliestireno posee propiedades aislantes térmicas notables, especialmente cuando se incorpora una cantidad del 7% de poliestireno. Este porcentaje se determinó como el nivel óptimo para garantizar la máxima conservación de temperatura, por lo que se recomienda su utilización en la elaboración del mortero como aislante térmico.

## 4.2. Recomendaciones

Al verificar que la sustitución de poliestireno por agregado fino en los morteros de revestimiento influye positivamente como aislante térmico, se plantea las siguientes recomendaciones.

### **Materiales utilizados**

- Es necesario realizar el estudio de canteras para determinar el agregado más óptimo para la elaboración de los morteros.
- Se debe tener en cuenta que los agregados cumplan con lo estipulado en la NTP y en el RNE. Los procesos de análisis a los materiales se deben seguir de acuerdo a las instrucciones estipuladas en la normativa, con el fin de obtener un mortero con las mejores características.

### **Diseño de mezcla del mortero patrón**

- Se sugiere ajustar la proporción de agua en el mortero patrón. El resultado obtenido debería situarse en el rango de  $110\pm 5\%$ .

### **Diseño de mezcla de los morteros modificados**

- Se sugiere ajustar la proporción de agua de todas las combinaciones que contengan poliestireno ya que a medida que se aumenta la sustitución la relación a/c cambia. El resultado obtenido debería situarse en el rango de  $110\pm 5\%$ .

### **Propiedades del mortero**

- Se recomienda que cuando se elabore los morteros se tenga en cuenta el control de la relación a/c para que la mezcla no disminuya su trabajabilidad.
- Es importante realizar el ensayo de fluidez para verificar la cantidad de agua a utilizar en el diseño, teniendo en cuenta que el rango de 105% y 115% según NTP.
- Se recomienda engrasar los moldes a utilizar para facilitar el desencofrado de las muestras.

### **Propiedades térmicas (Ensayo de aislamiento térmico a maquetas)**

- Se recomienda engrasar el molde metálico a utilizar para la realización de las maquetas para así facilitar el desencofrado.
- Utilizar una malla metálica dentro del molde antes de llenar el mortero.

### **Porcentaje optimo.**

- Se debe utilizar el porcentaje óptimo de poliestireno analizado en esta investigación, teniendo en cuenta de no exceder el límite con el fin de tener mejor aislamiento térmico. Es recomendable promover el uso de nuevos materiales en el campo de la construcción en lo referente a revestimientos.

## REFERENCIAS

- [1] I. Ennahal, W. Maherzi, M. Benzerzour, Y. Mamindy and N. Abriak, "Performance of Lightweight Aggregates Comprised of Sediments and Thermoplastic Waste," *Waste and Biomass Valorization*, vol. 12, no. 1, pp. 515-530, 2021.
- [2] M. Maaroufi, R. Belarbi, K. Abahri and F. Benmahiddine, "Full characterization of hygrothermal, mechanical and morphological properties of a recycled expanded polystyrene-based mortar," *Construction and Building Materials*, vol. 301, p. 124310, 2021.
- [3] A. Suwansaard, T. Kongpun and M. Khemkhao, "Properties of Mortar Composites from Plastic Waste," *Journal of Applied Science and Engineering*, vol. 25, no. 1, pp. 59-70, 2021.
- [4] D. Dissanayake, C. Jayasinghe and M. Jayasinghe, "A comparative embodied energy analysis of a house with recycled expanded polystyrene (EPS) based foam concrete wall panels," *Energy and Buildings*, vol. 135, pp. 85-94, 2017.
- [5] N. H. Ramli, S. A. S. Mustapa, and M. Rashid, "Application of expanded polystyrene (EPS) in buildings and constructions: A review," *Journal of Applied Polymer Science*, p. 47529, 2019.
- [6] M. Del Rio, A. Vidales, C. Piña, V. Vitiello, J. Santa Cruz and R. Castelluccio, "A review of the research about gypsum mortars with waste aggregates," *Journal of Building Engineering*, vol. 45, p. 103338, 2022.
- [7] Y. Balto, R. Edwin Raj, J. Anne Chandra and S. C. Vettivel, "Experimental investigation of discarded additive material combination and composition to appropriate thermal insulating properties of the composite cement mortar," *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, vol. 25, no. 7, pp. 1318-1328, 2021.
- [8] A. Milling, A. Mwashia and H. Martin, "Exploring the full replacement of cement with expanded polystyrene (EPS) waste in mortars used for masonry construction," *Construction and Building Materials*, vol. 253, p. 119158, 2020.
- [9] F. Koksall, E. Mutluay and O. Gencel, "Characteristics of isolation mortars produced with expanded vermiculite and waste expanded polystyrene," *Construction and Building Materials*, vol. 236, p. 117789, 2020.
- [10] R. Coquard, D. Doermann Baillis and D. Quénard, "Numerical and experimental study of the IR opacification of polystyrene foams for thermal insulation enhancement," *Energy and Buildings*, vol. 183, pp. 54-63, 2019.

- [11] A. Petrella, R. Di Mundo and M. Notarnicola, "Recycled expanded polystyrene as lightweight aggregate for environmentally sustainable cement conglomerates," *Materials*, vol. 13, no. 4, p. 988, 2020.
- [12] M. Maaroufi, K. Abahri, C. E. Hachem and R. Belarbi, "Characterization of EPS lightweight concrete microstructure by X-ray tomography with consideration of thermal variations," *Construction and Building Materials*, vol. 178, pp. 339-348, 2018.
- [13] A. Pcziecsek, A. Schackow, C. Effting, T. F. Dias and I. R. Gomes, "Properties of mortars containing tire rubber waste and expanded polystyrene (EPS)," *Journal of Urban and Environmental Engineering*, vol. 11, no. 2, pp. 219-225, 2018.
- [14] J. Zhang, B. Chen and F. Yu, "Preparation of EPS-Based Thermal Insulation Mortar with Improved Thermal and Mechanical Properties," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 31, no. 9, p. 04019183, 2019.
- [15] F. Rogontino, J. López, E. Martínez and S. Scola, "Evaluation of expanded polystyrene with cement mortar covering under," *Ingeniería UC*, vol. 24, no. 1, pp. 22-27, 2017.
- [16] B. Cao, "Study on building energy consumption performance of composite polystyrene granule thermal insulation mortar," *Chemical Engineering Transactions*, vol. 62, pp. 319-324, 2017.
- [17] L. Reynoso, Á. Carrizo, G. Viegas and G. San Juan, "Characterization of an alternative thermal insulation material using recycled expanded polystyrene," *Construction and Building Materials*, vol. 301, p. 124058, 2021.
- [18] V. Ferrandiz-Mas, L. Sarabia, M. Ortiz, C. Cheeseman and E. García-Alcocel, "Design of bespoke lightweight cement mortars containing waste expanded polystyrene by experimental statistical methods," *Materials and Design*, vol. 89, pp. 901-912, 2016.
- [19] Y. Ali, E. Fahmy, M. N. AbouZeid, Y. Shaheen and M. A. Mooty, "Use of expanded polystyrene in developing solid brick masonry units," *Construction and Building Materials*, vol. 242, p. 118109, 2020.
- [20] J. Li and W. Chen, "Heat Transfer Dynamic Analyses for Recycled-Concrete Wall Combined with Expanded Polystyrene Template," *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2018, p. 9692806, 2018.
- [21] W. Wang, J. Wang, L. Guo, Y. Liu and R. Zhang, "Cyclic performance tests and numerical analysis of prefabricated CFS shear walls filled with lightweight EPS mortars," *Engineering Structures*, vol. 243, p. 112554, 2021.
- [22] H. Laoubi, A. Djoudi, R.-M. Dheilly, M. Bédérina, A. Goullieux and M. Quéneudéc, "Durability of a lightweight construction material made with dune sand and expanded

polystyrene," *Journal of Adhesion Science and Technology*, vol. 33, no. 19, pp. 2157-2179, 2019.

- [23] I. Menezes, D. De Oliveira, S. Da Silva, T. Brito, L. Gachet and R. Cecche, "Study and application of mortar with residues of Expanded Polystyrene," *International Journal of Development Research*, vol. 8, no. 6, pp. 21097-21102, 2018.
- [24] Y. El Bitouri and D. Perrin, "Compressive and Flexural Strengths of Mortars Containing ABS and WEEE Based Plastic Aggregates," *Polymers*, vol. 14, no. 18, p. 3914, 2022.
- [25] A. C. Bojan, A. G. Popa and A. Puskás, "Alternative Solution for Thermal Rehabilitation of Buildings with Polystyrene Panels," *Procedia Engineering*, vol. 181, pp. 712-717, 2017.
- [26] F. Lakshitha, T. Jayasinghe and C. Jayasinghe, "Structural feasibility of Expanded Polystyrene (EPS) based lightweight concrete sandwich wall panels," *Construction and Building Materials*, vol. 139, pp. 45-51, 2017.
- [27] P. Moghaddam and M. Gharavi, "Innovative fire and water insulation foam using recycled plastic bags and expanded polystyrene (EPS)," *Construction and Building Materials*, vol. 305, p. 124785, 2021.
- [28] M. Quiroga y A. Maquera, «Evaluación del Desempeño Térmico Utilizando Polvo de Caucho y Poliestireno Expandido para Uso como Material Alternativo en Acabados y Juntas en Muros de Albañilería en la Ciudad de Tacna-2019,» Tacna, 2019.
- [29] INEI, «Anuario de estadísticas ambientales,» Lima, 2022.
- [30] F. Moutassem, "Ultra-lightweight eps concrete: Mixing procedure and predictive models for compressive strength," *Civil Engineering and Architecture*, vol. 8, no. 5, pp. 963-972, 2020.
- [31] M. Hacini, A. S. Benosman, N. Kazi Tani, M. Mouli, Y. Senhadji, A. Badache and N. Latroch, "Utilization and assessment of recycled polyethylene terephthalate strapping bands as lightweight aggregates in Eco-efficient composite mortars," *Construction and Building Materials*, vol. 270, p. 121427, 2021.
- [32] G. Qadir, Y. Rashid, A. Hasan , E. M. Vall, S. Saleh and K. Salim, "Development and mechanical testing of porous-lightweight geopolymers mortar," *Buildings*, vol. 11, no. 1, pp. 1-13, 2021.
- [33] L. Santos, Í. Pontes, L. P. Bastos , G. D. S. V. de Melo and M. Barata , "Acoustic performance of social housings in Brazil: Assessment of lightweight expanded polystyrene concrete as resilient subfloor," *Journal of Building Engineering*, vol. 41, p. 102442, 2020.

- [34] E. Cervantes, «Mortero con espuma de poliuretano reciclado aplicado como recubrimiento térmico exterior en muros,» México, 2019.
- [35] L. Tang van, D. T. Vu, Dien, B. Bulgakov and E. A. Korol , "Properties and thermal insulation performance of light-weight concrete," *Magazine of Civil Engineering*, vol. 84, no. 8, pp. 173-191, 2018.
- [36] D. Leonavičius, I. Pundienė , J. Pranckevičienė and M. Kligys, "The impact of expanded polystyrene waste of different fineness on the properties of lightweight composite," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 660, no. 1, p. 012066, 2019.
- [37] M. Dafalla and M. Al Shuraim, "Efficiency of polystyrene insulated cement blocks in arid regions," *International Journal of GEOMATE*, vol. 13, no. 36, pp. 35-38, 2017.
- [38] M. Herrera, «Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos,» México, 2015.
- [39] F. Tittarelli, C. Giosuè, A. Mobili, C. di Perna and S. Monosi, "Effect of Using Recycled Instead of Virgin EPS in Lightweight Mortars," *Procedia Engineering*, vol. 161, pp. 660-665, 2016.
- [40] O. Herihiri, A. Guettala and B. Benabed, "An investigation on the physical, mechanical and thermal properties of dune sand mortars lightened by expanded polystyrene beads (EPS)," *Journal of Silicate Based and Composite Materials*, vol. 73, no. 1, pp. 28-36, 2021.
- [41] E. H. Fahmy, Y. A. Ali, M. N. AbouZeid, Y. B. Shaheen and M. N. Abdel-Mooty, "Use of expanded polystyrene wastes in developing hollow block masonry units," *Construction and Building Materials*, vol. 241, p. 118149, 2020.
- [42] D. Bustamante y C. Diaz, «Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado,» 2014.
- [43] H. Rodríguez, «Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural - Cajamarca,» Cajamarca, 2017.
- [44] A. Tinoco, «Efecto de la sustitución del agregado grueso por tecnopor,» Huaraz, 2019.
- [45] V. Reyes y H. Torres, «Mortero modificado con poliestireno como aislante térmico, para revestimiento de muros,» Trujillo, 2020.
- [46] J. Paulino y R. Espino, «Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú,» Lima, 2017.

- [47] L. Lopez y M. Morriel, «Propuesta de adición de perlitas de poliestireno en unidades de albañilería y mortero para incrementar la durabilidad en muros no portantes frente a las heladas en la ciudad de Cusco,» Lima, 2022.
- [48] A. Alva y M. Pacheco, «Beneficios de las propiedades de un mortero hidráulico usando perlas de poliestireno para mejorar el módulo de rotura en una losa hidráulica en la ciudad de Iquitos,» Lima, 2019.
- [49] Asociación Nacional de Poliestireno Expandido, «Propiedades del poliestireno expandido,» 2022. [En línea]. Available: <http://www.anape.es/index.php?accion=producto&subaccion=propiedades#propiedades>.
- [50] F. Giuliani, F. Autelitano, E. Garilli and A. Montepara, "Expanded polystyrene (EPS) in road construction: Twenty years of Italian experiences," *Transportation Research Procedia*, vol. 45, pp. 410-417, 2020.
- [51] J. Assaad, M. Charbel and H. Ralph, "Recycling of waste expanded polystyrene concrete in lightweight sandwich panels and structural applications," *Cleaner Materials*, vol. 4, p. 100095, 2022.
- [52] B. Rosca and V. Corobceanu, "Structural grade concrete containing expanded polystyrene beads with different particle distributions of normal weight aggregate," *Materials Today: Proceedings*, vol. 42, pp. 548-554, 2021.
- [53] Ángela, «Morteros aligerados con perlas pre-expandidas de poliestireno,» *Prontubeam*, 2020.
- [54] ASTM C150, Especificación estándar para Portland Cemento, West Conshohocken: ASTM International, 2012.
- [55] NTP 334.009, CEMENTOS. Cementos Portland, 5 ed., Lima, 2013.
- [56] ASTM C125, Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates, West Conshohocken: ASTM Internacional., 2013.
- [57] D. Sánchez, Tecnología del concreto y del mortero, Quinta ed., Bogotá: Bhandar Editores LTDA, 2001, pp. 303-349.
- [58] S. Mendoza, «DISEÑO DE MORTERO PARA ALBAÑILERÍA INCORPORANDO VIDRIO RECICLADO TRITURADO,» Chiclayo, 2020.
- [59] NTP 334.057, CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland, 3 ed., Lima, 2016, pp. 1-12.
- [60] E. Rivva, Naturaleza y materiales del concreto, Lima, 2000, pp. 213-390.

- [61] J. Polo y J. Risco, «Influencia de las fibras de acero en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, Trujillo, 2018,» Trujillo, 2018.
- [62] G. Rivera, Concreto simple, Universidad del Cauca, 2013, pp. 41-42.
- [63] ASOCRETO, Tecnología de concreto, Colombia: Nomos impresores, 1997, pp. 119-228.
- [64] A. Pytel and F. Singer, Resistencia de Materiales, 4ta ed., México: Oxford, 2006, pp. 586-588.
- [65] G. Villareal, Resistencia de Materiales, Lima, 2015.
- [66] Ó. Palacio, Á. Chávez and Y. Velásquez, "Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados," *Tecnura*, vol. 21, no. 53, pp. 96-106, 2016.
- [67] F. Abanto, Tecnología del concreto, Lima: San Marcos, 2009, pp. 23-239.
- [68] American Concrete Institute 318, Regulation Requirements for Structural Concrete, Michigan, USA: ACI Committee 318, 2019.
- [69] E. Martinez, «Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados gruesos naturales y de concreto reciclado, Chiclayo 2020,» 2020.
- [70] ASTM C 136-06, Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates, American Society of Testing and Materials, 2006, pp. 2-3.
- [71] Á. San Bartolomé, Comentarios a la norma técnica de edificación e.070 albañilería, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú,, 2005.
- [72] E.070, Albañilería, Lima, 2006.
- [73] ASTM C 29, Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente ("peso unitario") e Índice de Huecos en los Áridos, 1997, pp. 1-2.
- [74] J. Chan, R. Solís and E. Moreno, "Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto," *Ingeniería Revista Académica de la Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán*, vol. 7, no. 2, pp. 39-46, 2003.
- [75] MTC, Manual de Ensayo de Materiales, Lima, 2016, pp. 309-310.
- [76] NTP 339.088, CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland, 3 ed., Lima, 2014.
- [77] C. Mateus y D. Gelves, «Mecánica a compresión en morteros, evaluación de resistencia en morteros de cemento con agregado RCD,» Bogota, 2020.
- [78] American Concrete Institute 211.1, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, United States: American Concrete, 1991.
- [79] M. Palomo, "Aislantes térmicos: criterios de selección por requisitos energéticos," 2017.

- [80] V. Sousa, M. Driessnack and I. Costa, "An overview of research designs relevant to nursing: Part 1: quantitative research designs," *Latino-Am. Enfermagem*, vol. 15, no. 3, 2007.
- [81] R. Hernández, C. Fernández and M. d. P. Baptista, *Metodología de la Investigación*, 6 ed., McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
- [82] J. Arias, M. Miranda and M. Novales, "El protocolo de investigación III: la población de estudio," *Revista Alergia México*, vol. 63, no. 2, pp. 201-206, 2016.
- [83] T. Otzen y C. Manterola, «Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio,» *International Journal of Morphology*, vol. 35, nº 1, pp. 227-232, 2017.
- [84] NTP 400.012, AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado, 3 ed., Lima, 2013.
- [85] NTP 400.017, AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados, 3 ed., Lima, 2011.
- [86] NTP 400.022, AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, 3 ed., Lima, 2013.
- [87] NTP 339.185, AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, 2 ed., Lima, 2013.
- [88] NTP 399.610, UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Especificación normalizada para morteros, 2 ed., Lima, 2018.
- [89] NTP 334.051, CEMENTOS. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado, 7 ed., Lima, 2022.
- [90] NTP 334.003, Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica, 2 ed., Lima, 1998.
- [91] NTP 334.120, CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, 2 ed., Lima, 2016.
- [92] NTP 334.060, CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico, 2 ed., Lima, 2019.

# ANEXOS

## 1. Instrumentos de recolección de datos

### ANEXO I: Informe de los ensayos realizados al agregado fino – canteras de estudio.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.



## INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022

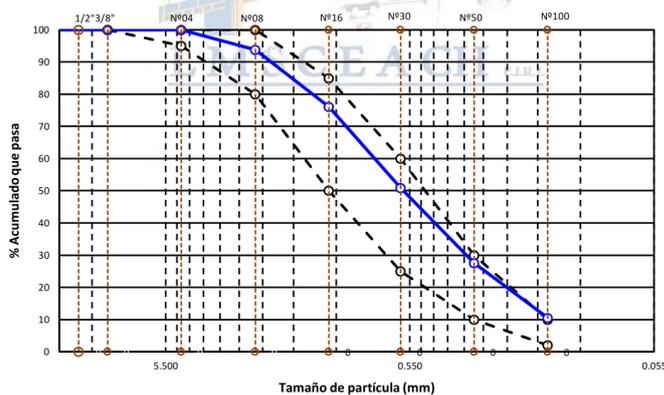
FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO. CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	RESULTADOS OBTENIDOS
Pulg.	mm.						
2"	50.000						PESO MUESTRA SECA: 761.4 g
1 1/2"	38.000						TAMAÑO MÁXIMO: 4.75 Nº 04
1"	25.000						TAMAÑO MÁX. NOMINAL: 2.36 Nº 08
3/4"	19.000						MODULO DE FINEZA: (Adimensional) 2.411
1/2"	19.000						PESO UNITARIO SUELTO SECO: 1416 kg/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500					100 - 100	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO: 1585 kg/m <sup>3</sup>
Nº 04	4.750				100.0	95 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA: 2756 kg/m <sup>3</sup>
Nº 08	2.360	47.0	6.2	6.2	93.8	80 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA SAT. SUP. SECO 2789 kg/m <sup>3</sup>
Nº 16	1.180	134.9	17.7	23.9	76.1	50 - 85	PESO ESPECÍFICO APARENTE: 2850 kg/m <sup>3</sup>
Nº 30	0.600	192.2	25.2	49.1	50.9	25 - 60	CONTENIDO DE HUMEDAD: 1.72 %
Nº 50	0.300	177.6	23.3	72.5	27.5	10 - 30	ABSORCIÓN: 1.21 %
Nº 100	0.150	129.4	17.0	89.5	10.5	2 - 10	Partícula menor a 75 µm (malla Nº200) 3.43 %
Nº 200	0.074	54.2	7.1	96.6	3.4	---	
FONDO		26.1	3.4	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:  
 - Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022

FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO.

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

DATOS DEL PESO UNITARIO	PESOS UNITARIOS				
	SUELTO		COMPACTADO		
1.- Peso de la muestra + recipiente	g.	6628	6659	7125	7135
2.- Peso del recipiente	g.	2550.5	2550.5	2550.5	2550.5
3.- Peso del agregado	g.	4078	4109	4575	4585
4.- Constante ó Volumen	m <sup>3</sup>	0.00284	0.00284	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1435	1446	1610	1614
DATOS DE HUMEDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD			
A.- Peso de la muestra húmeda	g.	654.0		580.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	644.7		570.7	
C.- Peso del recipiente	g.	81.0		50.0	
D.- Contenido de humedad	%	1.65		1.79	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	1.72			

**PESO UNITARIO SUELTO: 1416 kg/m<sup>3</sup>**  
**PESO UNITARIO COMPACTADO: 1585 kg/m<sup>3</sup>**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**JORGE ANIBAL TOMÁSPACA SANTA**  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022  
 FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Tamiz N°200) POR LAVADO EN NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: ARENA ZARANDEADA CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

DATOS DE LOS ENSAYOS	ENSAYOS
1.- Número de tara	N° 1
2.- Peso de la muestra seca	761.4 g
3.- Peso de la muestra lavada seca	735.3 g
4.- Peso de la muestra menor a la malla N°200	26.1 g
5.- Pasante por la malla N°200	3.43 %

**PASANTE POR LA MALLA N°200 = 3.43 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH E.I.R.L.**



**JORGE ANÍBAL TOMAPASCA SANTA**  
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022 FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 29/07/2022

DATOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		MUESTRA - 01	Muestra - 02
A	Peso del picnómetro + agua aforado	653.7 g	657.1 g
B	Peso de la muestra seca al horno	493.6 g	494.5 g
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	500.0 g	500.0 g
D	Peso de picnómetro + agua aforado + muestra	974.5 g	977.7 g
1.-	Peso específico de masa	2.75 g/cm <sup>3</sup>	2.76 g/cm <sup>3</sup>
2.-	Peso específico de masa saturada superficialmente seca	2.79 g/cm <sup>3</sup>	2.79 g/cm <sup>3</sup>
3.-	Peso específico aparente	2.86 g/cm <sup>3</sup>	2.84 g/cm <sup>3</sup>
4.-	Absorción de agua	1.30 %	1.11 %

<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA:</b>	<b>2756 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIE SECA:</b>	<b>2789 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE:</b>	<b>2850 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA:</b>	<b>1.21 %</b>

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO - PERÚ  
 JORGE AMAL TOMAPASCA PANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO - PERÚ  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022 FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO**

NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: LA VICTORIA - PÁTAPO. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso del suelo húmedo + tara	654.0	580.0
Peso del suelo seco + tara	644.7	570.7
Peso de tara	81.0	50.0
Peso de agua	9.3 g	9.3 g
Peso de suelo seco	563.7 g	520.7 g
Contenido de agua	1.65 %	1.79 %
Promedio del contenido de agua	1.72 %	

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 1.72 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA SANTA  
 TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022

FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO

NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: TRES TOMAS - FERREÑAFAE.

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

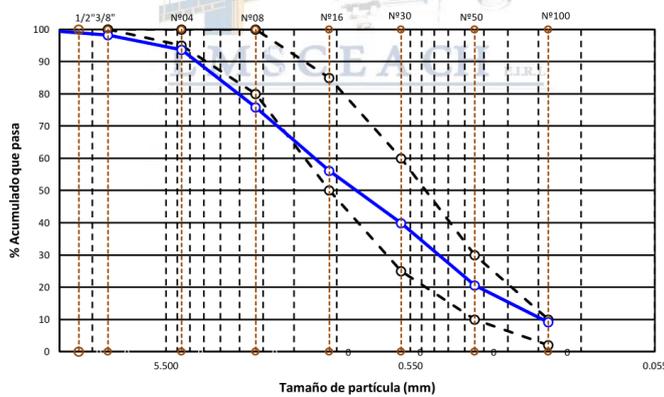
PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	RESULTADOS OBTENIDOS	
Pulg.	mm.							
2"	50.000						PESO MUESTRA SECA:	881.4 g
1 1/2"	38.000						TAMAÑO MÁXIMO:	19.00 1/2"
1"	25.000						TAMAÑO MÁX. NOMINAL:	9.50 3/8"
3/4"	19.000						MODULO DE FINEZA: (Adimensional)	3.068
1/2"	19.000				100.0		PESO UNITARIO SUELTO SECO:	1596 kg/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500	15.7	1.8	1.8	98.2	100 - 100	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO:	1769 kg/m <sup>3</sup>
Nº 04	4.750	39.9	4.5	6.3	93.7	95 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA:	2529 kg/m <sup>3</sup>
Nº 08	2.360	158.0	17.9	24.2	75.8	80 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA SAT. SUP. SECO	2569 kg/m <sup>3</sup>
Nº 16	1.180	173.4	19.7	43.9	56.1	50 - 85	PESO ESPECÍFICO APARENTE:	2634 kg/m <sup>3</sup>
Nº 30	0.600	143.6	16.3	60.2	39.8	25 - 60	CONTENIDO DE HUMEDAD:	1.29 %
Nº 50	0.300	169.9	19.3	79.5	20.5	10 - 30	ABSORCIÓN:	1.59 %
Nº 100	0.150	100.8	11.4	90.9	9.1	2 - 10	Partícula menor a 75 µm (malla Nº200)	3.09 %
Nº 200	0.074	52.9	6.0	96.9	3.1	---		
FONDO		27.2	3.1	100.0	0.0			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
E.I.R.L.  
CHICLAYO  
JOSÉ ANGELO TUMAPASCA SANTA  
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022

FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: TRES TOMAS - FERREÑAFE.

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO: 27/07/2022

DATOS DEL PESO UNITARIO	PESOS UNITARIOS				
	SUELTO		COMPACTADO		
1.- Peso de la muestra + recipiente	g.	7131	7156	7620	7660
2.- Peso del recipiente	g.	2550.5	2550.5	2550.5	2550.5
3.- Peso del agregado	g.	4581	4606	5070	5110
4.- Constante ó Volumen	m <sup>3</sup>	0.00284	0.00284	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1612	1621	1784	1798
DATOS DE HUMEDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD			
A.- Peso de la muestra húmeda	g.	560.6		687.5	
B.- Peso de muestra seca	g.	552.8		679.5	
C.- Peso del recipiente	g.	0.0		0.0	
D.- Contenido de humedad	%	1.41		1.18	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	1.29			

**PESO UNITARIO SUELTO: 1596 kg/m<sup>3</sup>**  
**PESO UNITARIO COMPACTADO: 1769 kg/m<sup>3</sup>**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.



**JORGE ANÍBAL TOMAFASCA PANTA.**  
 T.S.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022  
 FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Tamiz N°200) POR LAVADO EN NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: TRES TOMAS - FERREÑAFE. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: ARENA ZARANDEADA CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

DATOS DE LOS ENSAYOS	ENSAYOS
1.- Número de tara	N° 1
2.- Peso de la muestra seca	881.4 g
3.- Peso de la muestra lavada seca	854.2 g
4.- Peso de la muestra menor a la malla N°200	27.2 g
5.- Pasante por la malla N°200	3.09 %

**PASANTE POR LA MALLA N°200 = 3.09 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMASPASCA PANTA.  
 TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022 FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: TRES TOMAS - FERREÑAFE. MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 29/07/2022

DATOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		MUESTRA - 01	Muestra - 02
A	Peso del picnómetro + agua aforado	653.7 g	651.1 g
B	Peso de la muestra seca al horno	393.8 g	393.7 g
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	400.0 g	400.0 g
D	Peso de picnómetro + agua aforado + muestra	897.9 g	895.4 g
1.-	Peso específico de masa	2.53 g/cm <sup>3</sup>	2.53 g/cm <sup>3</sup>
2.-	Peso específico de masa saturada superficialmente seca	2.57 g/cm <sup>3</sup>	2.57 g/cm <sup>3</sup>
3.-	Peso específico aparente	2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.64 g/cm <sup>3</sup>
4.-	Absorción de agua	1.57 %	1.60 %

<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA:</b>	<b>2529 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIE SECA:</b>	<b>2569 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE:</b>	<b>2634 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA:</b>	<b>1.59 %</b>

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA SANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pag.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** miércoles, 27 de Julio de 2022 **FECHA EMISION:** viernes, 26 de Agosto de 2022

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO**

**NORMA:** N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** TRES TOMAS - FERREÑAFE. **MUESTRA:** ARENA ZARANDEADA  
**PRESENTACIÓN:** 1 SACO DE POLIPROPILENO **CANTIDAD:** 50 Kg. Aprox. **FECHA DE ENSAYO:** 27/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso del suelo húmedo + tara	560.6 g	687.5 g
Peso del suelo seco + tara	552.8 g	679.5 g
Peso de tara	0.0 g	0.0 g
Peso de agua	7.8 g	8.0 g
Peso de suelo seco	552.8 g	679.5 g
Contenido de agua	1.41 %	1.18 %
Promedio del contenido de agua	<b>1.29 %</b>	

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 1.29 %**

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

  
**JORGE ARUPAL TOMAPASCA PANTA.**  
 TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
  
**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022

FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO**  
 NORMA: N.T.P. 400,012 / ASTM C-136

REFERENCIA DE LA MUESTRA

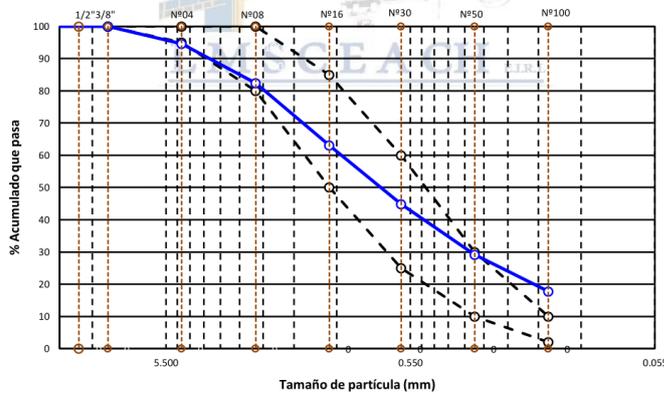
IDENTIFICACIÓN: CANTERA PACHERREZ - PUCALÁ  
 PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIÓN NTP 400.037	RESULTADOS OBTENIDOS
Pulg.	mm.						
2"	50.000						PESO MUESTRA SECA: 566.3 g
1 1/2"	38.000						TAMAÑO MÁXIMO: 9.50 3/8"
1"	25.000						TAMAÑO MÁX. NOMINAL: 4.75 Nº 04
3/4"	19.000						MODULO DE FINEZA: (Adimensional) 2.680
1/2"	19.000						PESO UNITARIO SUELTO SECO: 1539 kg/m <sup>3</sup>
3/8"	9.500				100.0	100 - 100	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO: 1702 kg/m <sup>3</sup>
Nº 04	4.750	30.3	5.4	5.4	94.6	95 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA: 2599 kg/m <sup>3</sup>
Nº 08	2.360	69.2	12.2	17.6	82.4	80 - 100	PESO ESPECÍFICO DE MASA SAT. SUP. SECO 2636 kg/m <sup>3</sup>
Nº 16	1.180	109.3	19.3	36.9	63.1	50 - 85	PESO ESPECÍFICO APARENTE: 2700 kg/m <sup>3</sup>
Nº 30	0.600	103.5	18.3	55.1	44.9	25 - 60	CONTENIDO DE HUMEDAD: 0.80 %
Nº 50	0.300	88.7	15.7	70.8	29.2	10 - 30	ABSORCIÓN: 1.43 %
Nº 100	0.150	64.7	11.4	82.2	17.8	2 - 10	Partícula menor a 75 µm (malla Nº200)
Nº 200	0.074	35.9	6.3	88.6	11.4	---	11.43 %
FONDO		64.7	11.4	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022

FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: CANTERA PACHERREZ - PUCALÁ

MUESTRA: ARENA ZARANDEADA

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO

CANTIDAD: 50 Kg. Aprox.

FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

DATOS DEL PESO UNITARIO	PESOS UNITARIOS				
	SUELTO		COMPACTADO		
1.- Peso de la muestra + recipiente	g.	6967	6946	7414	7438
2.- Peso del recipiente	g.	2550.5	2550.5	2550.5	2550.5
3.- Peso del agregado	g.	4417	4396	4864	4888
4.- Constante ó Volumen	m <sup>3</sup>	0.00284	0.00284	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1555	1547	1712	1720
DATOS DE HUMEDAD		CONTENIDO DE HUMEDAD			
A.- Peso de la muestra húmeda	g.	1314.0		1535.0	
B.- Peso de muestra seca	g.	1310.0		1529.0	
C.- Peso del recipiente	g.	837.0		735.0	
D.- Contenido de humedad	%	0.85		0.76	
E.- Contenido de humedad (promedio)	%	0.80			

**PESO UNITARIO SUELTO: 1539 kg/m<sup>3</sup>**  
**PESO UNITARIO COMPACTADO: 1702 kg/m<sup>3</sup>**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

  
**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JORGE ANÍBAL TOMAPASCA FANTA.  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022 FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR MATERIALES MÁS FINOS QUE PASAN POR EL TAMIZ NORMALIZADO 75 µm (Tamiz N°200) POR LAVADO EN NORMA: N.T.P. 400,018 / ASTM C-117**

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: CANTERA PACHERREZ - PUCALÁ MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: ARENA ZARANDEADA CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

DATOS DE LOS ENSAYOS	ENSAYOS
1.- Número de tara	N° 1
2.- Peso de la muestra seca	566.3 g
3.- Peso de la muestra lavada seca	501.6 g
4.- Peso de la muestra menor a la malla N°200	64.7 g
5.- Pasante por la malla N°200	11.43 %

**PASANTE POR LA MALLA N°200 = 11.43 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH E.I.R.L.**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA SANTA.  
 TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022 FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
 NORMA: N.T.P. 400.022 / ASTM C-128

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: CANTERA PACHERREZ - PUCALÁ MUESTRA: ARENA ZARANDEADA  
 PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO CANTIDAD: 50 Kg. Aprox. FECHA DE ENSAYO : 29/07/2022

DATOS DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		MUESTRA - 01	Muestra - 02
A	Peso del picnómetro + agua aforado	649.7 g	647.1 g
B	Peso de la muestra seca al horno	394.2 g	394.5 g
C	Peso de la muestra saturada superficialmente seca	400.0 g	400.0 g
D	Peso de picnómetro + agua aforado + muestra	897.9 g	895.4 g
1.-	Peso específico de masa	2.60 g/cm <sup>3</sup>	2.60 g/cm <sup>3</sup>
2.-	Peso específico de masa saturada superficialmente seca	2.64 g/cm <sup>3</sup>	2.64 g/cm <sup>3</sup>
3.-	Peso específico aparente	2.70 g/cm <sup>3</sup>	2.70 g/cm <sup>3</sup>
4.-	Absorción de agua	1.47 %	1.39 %

<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA:</b>	<b>2599 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIE SECA:</b>	<b>2636 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE:</b>	<b>2700 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>ABSORCIÓN DE AGUA:</b>	<b>1.43 %</b>

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA FANTA.  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** miércoles, 27 de Julio de 2022 **FECHA EMISION:** viernes, 26 de Agosto de 2022

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE AGREGADO POR SECADO**

NORMA: N.T.P. 339,185 / ASTM C-566

REFERENCIA DE LA MUESTRA

**IDENTIFICACIÓN:** CANTERA PACHERREZ - PUCALÁ **MUESTRA:** ARENA ZARANDEADA  
**PRESENTACIÓN:** 1 SACO DE POLIPROPILENO **CANTIDAD:** 50 Kg. Aprox. **FECHA DE ENSAYO:** 27/07/2022

DATOS DEL ENSAYO	N° 1	N° 2
Peso del suelo húmedo + tara	1314.0 g	1535.0 g
Peso del suelo seco + tara	1310.0 g	1529.0 g
Peso de tara	837.0 g	735.0 g
Peso de agua	4.0 g	6.0 g
Peso de suelo seco	473.0 g	794.0 g
Contenido de agua	0.85 %	0.76 %
Promedio del contenido de agua	<b>0.80 %</b>	

**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 0.80 %**

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

  
**JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA**  
 TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
**Miguel Ángel Ruiz Perates**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

## ANEXO II: Informe de los ensayos realizados al Poliestireno.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.



### INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER

UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

FECHA RECEPCIÓN: miércoles, 27 de Julio de 2022

FECHA EMISION: viernes, 26 de Agosto de 2022

### DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO Y VACÍOS EN AGREGADOS

NORMA: N.T.P. 400.017 / ASTM C-29

#### REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: POLIESTIRENO

MUESTRA: M-1

PRESENTACIÓN: 1 SACO DE POLIPROPILENO

FECHA DE ENSAYO : 27/07/2022

DATOS DEL PESO UNITARIO	PESOS UNITARIOS				
	SUELTO		COMPACTADO		
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	g.	2572	2570	2573	2571
2.- Peso del recipiente	g.	2550.5	2550.5	2550.5	2550.5
3.- Peso del agregado (Poliestireno)	g.	22	20	23	21
4.- Constante ó Volumen	m <sup>3</sup>	0.00284	0.00284	0.00284	0.00284
5.- Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	7.57	6.86	7.92	7.22

PESO UNITARIO SUELTO: 7.22 kg/m<sup>3</sup>

PESO UNITARIO COMPACTADO: 7.57 kg/m<sup>3</sup>

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.



  
**JORGE ANIBAL TOMAPASCA PANTA.**  
 T.S.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

## ANEXO III: Informe del diseño de mezcla del mortero patrón y modificado.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.



### INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** lunes, 1 de Agosto de 2022

### DISEÑO DE MEZCLA CONVENCIONAL

Características de los materiales de la mezcla para revestimiento

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1416
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso específico el EPS	gr/cm <sup>3</sup>	0.017
Peso del cemento	Kg	42.5

### DISEÑO

**Proporción 1:4 (en volumen)**

Cemento	=	1	ft <sup>3</sup>	=	42.50 kg
Arena	=	4	ft <sup>3</sup>	=	160.41 kg
				Σ=	202.91 kg

**Rendimiento de mezcla Relación a/c= 0.80**

Cemento	=	42.50 kg	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	160.41 kg	=	0.0582 m <sup>3</sup>
Agua	=	34.00 Lts	=	0.0340 m <sup>3</sup>
			Σ=	0.1058 m <sup>3</sup>
Aire incorporado	1.00%			0.0011 m <sup>3</sup>
			<b>TOTAL</b>	<b>0.1069 m<sup>3</sup></b>

### Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>3</sup>

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.1069	=	9.35 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.0582x2756/1416x9.35	=	1.06 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.034x1000/9.35	=	317.90 Lts
Agua de absorción	=	1585x1.21	=	19.18 Lts
		<b>Agua total (litros)</b>	=	<b>337.08 Lts</b>

Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	397.38	42.50	0.35	1	1
Arena	1499.73	160.40	1.06	3.07	4.00
Agua	337.08	36.05	0.34	0.98	1.27

C	AF	Agua
1	4.00	36.05 Lts

**LMSCEACH**  
INGENIEROS CIVILES Y FUNDACIONES  
JOSÉ LUIS TORO CORONADO  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** sábado, 6 de Agosto de 2022

**DISEÑO DE MEZCLA MORTERO MODIFICADO**

Características de los materiales de la mezcla para revestimiento

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1416
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso específico del EPS	gr/cm <sup>3</sup>	0.017
Peso del cemento	Kg	42.5

**DISEÑO**

<b>Proporción</b>	1:4 (en volumen)		
Cemento	= 1 ft <sup>3</sup>	=	42.50 kg
Arena	= 4 ft <sup>3</sup>	=	160.41 kg
		Σ=	202.91 kg
<b>Rendimiento de mezcla</b>	<b>Relación a/c</b>	<b>0.77</b>	<b>3%</b>
			<b>EPS del agregado</b>
Cemento	= 42.50 kg	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	= 160.41 kg	=	0.0582 m <sup>3</sup>
EPS	= 3%	=	0.0017 m <sup>3</sup>
Arena corregida	= 0.0582-0.0017	=	0.0565 m <sup>3</sup>
Agua	= 32.73 Lts	=	0.0327 m <sup>3</sup>

**RESULTADOS**

Cemento	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	0.0565 m <sup>3</sup>
EPS	=	0.0017 m <sup>3</sup>
Agua	=	0.0327 m <sup>3</sup>
	Σ=	0.1045 m <sup>3</sup>

Aire incorporado 1.00% 0.0010 m<sup>3</sup>

**TOTAL** 0.1056 m<sup>3</sup>

**JORGE ANÍBAL TOROPASCA PANTA**  
 TERC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 02 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** sábado, 6 de Agosto de 2022

**Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>3</sup>**

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.1056	=	9.47 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.0565x2756/1416x9.47	=	1.04 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.0327x1000/9.47	=	<u>309.67 Lts</u>
Agua de absorción	=	1538.7x1.21	=	<u>18.61 Lts</u>
		<b>Agua total (litros)</b>	=	<b>328.28 Lts</b>
EPS (kg)	=	0.0017x17*9.47	=	0.274 kg

Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	402.48	42.50	0.35	1	1
Arena	1474.61	155.71	1.04	2.98	3.88
Agua	328.28	34.67	0.33	0.94	1.22
EPS	0.27	0.029	0.02	0.05	0.06

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ANIBAL TUMAPASCA SANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**LMSCEACH**  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246034



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** sábado, 6 de Agosto de 2022

**DISEÑO DE MEZCLA MORTERO MODIFICADO**

Características de los materiales de la mezcla para revestimiento

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1416
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso específico del EPS	gr/cm <sup>3</sup>	0.017
Peso del cemento	Kg	42.5

**DISEÑO**

<b>Proporción</b>	1:4 (en volumen)		
Cemento	= 1 ft <sup>3</sup>	=	42.50 kg
Arena	= 4 ft <sup>3</sup>	=	160.41 kg
		Σ=	202.91 kg
<b>Rendimiento de mezcla</b>	<b>Relación a/c</b>	<b>0.75</b>	<b>5%</b>
			<b>EPS del agregado</b>
Cemento	= 42.50 kg	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	= 160.41 kg	=	0.0582 m <sup>3</sup>
EPS	= 5%	=	0.0029 m <sup>3</sup>
Arena corregida	= 0.0582-0.0029	=	0.0553 m <sup>3</sup>
Agua	= 31.88 Lts	=	0.0319 m <sup>3</sup>

**RESULTADOS**

Cemento	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	0.0553 m <sup>3</sup>
EPS	=	0.0029 m <sup>3</sup>
Agua	=	0.0319 m <sup>3</sup>
	Σ=	0.1037 m <sup>3</sup>

Aire incorporado 1.00% 0.0010 m<sup>3</sup>

**TOTAL** 0.1048 m<sup>3</sup>

**JORGE ASURIL TOMASPASCA SANTA**  
 TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ratis Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 02 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** sábado, 6 de Agosto de 2022

**Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>3</sup>**

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.1048	=	9.54 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.0553x2756/1416x9.54	=	1.03 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.0319x1000/9.54	=	<u>304.33 Lts</u>
Agua de absorción	=	1506.02x1.21	=	<u>18.21 Lts</u>
		<b>Agua total (litros)</b>	=	<b>322.54 Lts</b>
EPS (kg)	=	0.0029x17*9.54	=	0.470 kg

Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	405.45	42.50	0.35	1	1
Arena	1453.96	152.41	1.03	2.91	3.80
Agua	322.54	33.81	0.32	0.91	1.19
EPS	0.47	0.049	0.03	0.08	0.10

**JORGE HUMBERTO TOMAPASCA SANTA**  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** domingo, 7 de Agosto de 2022

**DISEÑO DE MEZCLA MORTERO MODIFICADO**

Características de los materiales de la mezcla para revestimiento

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1416
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso específico del EPS	gr/cm <sup>3</sup>	0.017
Peso del cemento	Kg	42.5

**DISEÑO**

<b>Proporción</b>	1:4 (en volumen)		
Cemento	=	1 ft <sup>3</sup>	= 42.50 kg
Arena	=	4 ft <sup>3</sup>	= 160.41 kg
			Σ= 202.91 kg
<b>Rendimiento de mezcla</b>	<b>Relación a/c</b>	<b>0.72</b>	<b>7%</b>
			<b>EPS del agregado</b>
Cemento	=	42.50 kg	= 0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	160.41 kg	= 0.0582 m <sup>3</sup>
EPS	=	7%	= 0.0041 m <sup>3</sup>
Arena corregida	=	0.0582-0.0041	= 0.0541 m <sup>3</sup>
Agua	=	30.60 Lts	= 0.0306 m <sup>3</sup>

**RESULTADOS**

Cemento	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	0.0541 m <sup>3</sup>
EPS	=	0.0041 m <sup>3</sup>
Agua	=	0.0306 m <sup>3</sup>
	Σ=	0.1024 m <sup>3</sup>

Aire incorporado 1.00% 0.0010 m<sup>3</sup>

**TOTAL** 0.1034 m<sup>3</sup>

**LMSCEACH**  
 JOSE LUIS TORRES PARASCASANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 02 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** domingo, 7 de Agosto de 2022

**Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>3</sup>**

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.1034	=	9.67 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.0541x2756/1416x9.67	=	1.02 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.0306x1000/9.67	=	<u>295.90 Lts</u>
Agua de absorción	=	1473.34x1.21	=	<u>17.81 Lts</u>
		<b>Agua total (litros)</b>	=	<b>313.72 Lts</b>
EPS (kg)	=	0.0041x17*9.67	=	0.674 kg

Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	410.98	42.50	0.36	1	1
Arena	1441.79	149.10	1.02	2.85	3.72
Agua	313.72	32.44	0.31	0.88	1.15
EPS	0.67	0.070	0.04	0.11	0.14

**LMSCEACH**  
E.I.R.L.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
*Jorge Andrés Tomapascá Santa*  
JORGE ANDRÉS TOMAPASCÁ SANTA  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**LMSCEACH**  
E.I.R.L.  
*Miguel Ángel Ruiz Ferales*  
Miguel Ángel Ruiz Ferales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** domingo, 7 de Agosto de 2022

**DISEÑO DE MEZCLA MORTERO MODIFICADO**

Características de los materiales de la mezcla para revestimiento

Datos de ensayos	Unid.	Resultados
Peso volumétrico suelto del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1416
Peso volumétrico compactado del agregado	Kg/m <sup>3</sup>	1585
Gravedad específica de masa del agregado (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	2.756
Porcentaje de absorción del agregado	%	1.21
Peso volumétrico suelto del cemento	Kg/m <sup>3</sup>	1150
Gravedad específica de masa del cemento (G <sub>m</sub> )	gr/cm <sup>3</sup>	3.12
Peso específico del EPS	gr/cm <sup>3</sup>	0.017
Peso del cemento	Kg	42.5

**DISEÑO**

<b>Proporción</b>	1:4 (en volumen)		
Cemento	=	1 ft <sup>3</sup>	= 42.50 kg
Arena	=	4 ft <sup>3</sup>	= 160.41 kg
			<b>Σ= 202.91 kg</b>
<b>Rendimiento de mezcla</b>	<b>Relación a/c</b>	<b>0.70</b>	<b>9%</b>
			<b>EPS del agregado</b>
Cemento	=	42.50 kg	= 0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	160.41 kg	= 0.0582 m <sup>3</sup>
EPS	=	9%	= 0.0052 m <sup>3</sup>
Arena corregida	=	0.0582-0.0052	= 0.0530 m <sup>3</sup>
Agua	=	29.75 Lts	= 0.0298 m <sup>3</sup>

**RESULTADOS**

Cemento	=	0.0136 m <sup>3</sup>
Arena	=	0.0530 m <sup>3</sup>
EPS	=	0.0052 m <sup>3</sup>
Agua	=	0.0298 m <sup>3</sup>
	Σ=	0.1026 m <sup>3</sup>

Aire incorporado 1.00% 0.0010 m<sup>3</sup>

**TOTAL** 0.1026 m<sup>3</sup>

**JORGE ANÍBAL TOROPASCA SANTA**  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 02 de 02

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** domingo, 7 de Agosto de 2022

**Cálculo de la cantidad de material para 1 m<sup>3</sup>**

Cemento (bolsa)	=	1x1/0.1026	=	9.75 bolsas
Arena (m <sup>3</sup> )	=	0.053x2756/1416x9.75	=	1.01 m <sup>3</sup>
Agua (litros)	=	0.0298x1000/9.75	=	<u>290.55 Lts</u>
Agua de absorción	=	1443.38x1.21	=	<u>17.45 Lts</u>
		<b>Agua total (litros)</b>	=	<b>308.00 Lts</b>
EPS (kg)	=	0.0052x17*9.75	=	0.862 kg

Datos	Peso kg (1m <sup>3</sup> )	Peso en kg (1 bolsa)	Volumen (1m <sup>3</sup> )	Parte Volumen	Volumen (pie <sup>3</sup> /bolsa)
Cemento	414.38	42.50	0.36	1	1
Arena	1424.16	146.07	1.01	2.79	3.64
Agua	308.00	31.59	0.31	0.85	1.12
EPS	0.86	0.088	0.05	0.14	0.18

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO - LAMBAYEQUE  
 JORGE ANIBAL TOMAPARCA SANTA  
 TEC. EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**LMSCEACH** E.I.R.L.  
  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** Agosto de 2022

**RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE MORTERO**

Descripción	Dosificación en Volumen			Relación agua/cemento
	Cemento	Arena	Poliestireno	
Mortero Patrón 1:4	1.00	4.00	---	0.80
Mortero 1:4 - 3% de poliestireno	1.00	3.88	0.06	0.77
Mortero 1:4 - 5% de poliestireno	1.00	3.80	0.10	0.75
Mortero 1:4 - 7% de poliestireno	1.00	3.72	0.14	0.72
Mortero 1:4 - 9% de poliestireno	1.00	3.64	0.18	0.70

**LMSCEACH**  
 INGENIERÍA  
 LABORATORIO DE ENSAYOS  
 JOSÉ ANTONIO TOMAPASCA PANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA DE ENSAYO:** Agosto de 2022

**RESUMEN DE LOS DISEÑOS DE MORTERO**

Descripción	Dosificación (kg)				Relación agua/cemento
	Cemento	Arena	Poliestireno	Agua	
Mortero Patrón 1:4	42.50	160.40	---	36.05	0.80
Mortero 1:4 - 3% de poliestireno	42.50	155.71	0.029	34.67	0.77
Mortero 1:4 - 5% de poliestireno	42.50	152.41	0.049	33.81	0.75
Mortero 1:4 - 7% de poliestireno	42.50	149.10	0.070	32.44	0.72
Mortero 1:4 - 9% de poliestireno	42.50	146.07	0.088	31.59	0.70

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO  
  
 JORGE ANSEL TCMAPASCA SANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS



MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

# ANEXO IV: Informe del ensayo de fluidez y de resistencia a la compresión, flexión y tracción del mortero.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.



## INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA RECEPCIÓN:** sábado, 30 de Julio de 2022

**FECHA EMISION:** lunes, 5 de Setiembre de 2022

### TEMPERATURA DEL MORTERO

NORMA: ASTM C1064 / N.T.P. 339.184

Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		Mortero 1:4 (R A/C=0.77) - 3% Poliestireno	
Fecha: 1/08/2022	Hora: 10:13 a. m.	Fecha: 6/08/2022	Hora: 9:25 a. m.
PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 22.7 °C	PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 22.7 °C
Mortero 1:4 (R A/C=0.75) - 5% Poliestireno		Mortero 1:4 (R A/C=0.72) - 7% Poliestireno	
Fecha: 6/08/2022	Hora: 11:07 a. m.	Fecha: 7/08/2022	Hora: 9:45 a. m.
PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 23.0 °C	PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 22.3 °C
Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 9% Poliestireno			
Fecha: 7/08/2022	Hora: 11:33 a. m.	Fecha:	Hora:
PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura: 22.7 °C	PANEL FOTOGRAFICO	Temperatura:

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo e identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
JORGE ANGEL TUMAPASCA SANTA  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022 FECHA EMISION: lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland**

NORMA: NTP 334.057: 2011 (revisada el 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN				DIAMETRO INICIO (mm)	PROMEDIO DIAMETRO (mm)	FLUIDEZ (%)
		CEMENTO	ARENA	POLIESTIRENO	R a/c			
01	Mortero Patrón 1:4	1.00	4.00	0.00	0.80	99.7	212.25	112.89
02	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	1.00	3.88	0.06	0.77	99.7	213.00	113.64
03	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	1.00	3.80	0.10	0.75	99.7	210.75	111.38
04	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	1.00	3.72	0.14	0.72	99.7	211.75	112.39
05	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	1.00	3.64	0.18	0.70	99.7	206.00	106.62

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN EN PESO (Kg.)				DIAMETRO INICIO (mm)	PROMEDIO DIAMETRO (mm)	FLUIDEZ (%)
		CEMENTO	ARENA	POLIESTIRENO	AGUA DE DISEÑO			
01	Mortero Patrón 1:4	42.50	160.40	0.00	36.05	99.7	212.25	112.89
02	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	42.50	155.71	0.029	34.67	99.7	213.00	113.64
03	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	42.50	152.41	0.049	33.81	99.7	210.75	111.38
04	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	42.50	149.10	0.070	32.44	99.7	211.75	112.39
05	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	42.50	146.07	0.088	31.59	99.7	206.00	106.62

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento Pórtland, que fue realizado e identificado por el tesista.

JORGE ANIBAL TOMAPASCASANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022 FECHA EMISION: lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			RELACIÓN AGUA CEMENTO R (A/C)
		CEMENTO	ARENA	POLIESTIRENO	
01	Mortero Patrón 1:4	1.00	4.00	0.00	0.80
02	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	1.00	3.88	0.06	0.77
03	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	1.00	3.80	0.10	0.75
04	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	1.00	3.72	0.14	0.72
05	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	1.00	3.64	0.18	0.70

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN EN PESO (Kg.)			AGUA DE DISEÑO
		CEMENTO	ARENA	POLIESTIRENO	
01	Mortero Patrón 1:4	42.50	160.40	0.00	36.05
02	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	42.50	155.71	0.029	34.67
03	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	42.50	152.41	0.049	33.81
04	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	42.50	149.10	0.070	32.44
05	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	42.50	146.07	0.088	31.59

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ÁNGEL TOROPASCA PANTA  
 TEC. EN SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 Miguel Ángel Ruiz Peralta  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 245904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: Lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

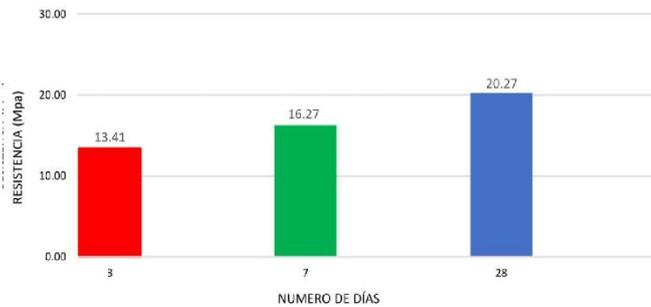
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	3	01/08/2022	04/08/2022	3605	27.02	133.42	13.09	13.41
02	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	04/08/2022	4131	27.27	151.51	14.86	
03	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	04/08/2022	3402	27.18	125.19	12.28	
04	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	7	01/08/2022	08/08/2022	4291	26.00	165.04	16.19	16.27
05	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	08/08/2022	4262	26.25	162.36	15.93	
06	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	08/08/2022	4421	26.00	170.04	16.68	
07	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	28	01/08/2022	29/08/2022	5132	26.50	193.66	19.00	20.27
08	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	29/08/2022	4821	25.74	187.30	18.37	
09	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	29/08/2022	6340	26.52	239.06	23.45	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA SANTA  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: Lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

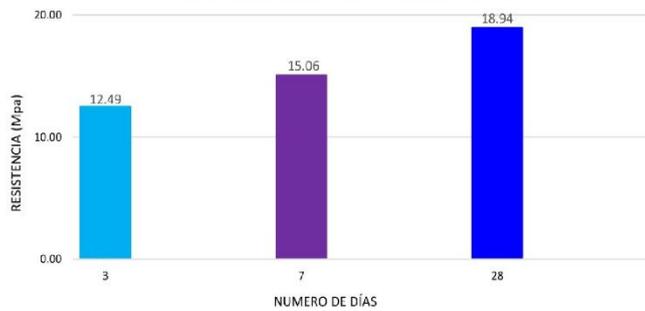
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.77) - 3% Poliestireno

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	3	06/08/2022	09/08/2022	3270	25.20	129.78	12.73	12.49
02	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	09/08/2022	3342	25.95	128.76	12.63	
03	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	09/08/2022	3081	24.95	123.49	12.11	
04	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	7	06/08/2022	13/08/2022	4134	26.52	155.88	15.29	15.06
05	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	13/08/2022	3794	26.27	144.45	14.17	
06	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	13/08/2022	4008	25.00	160.32	15.73	
07	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	28	06/08/2022	03/09/2022	5054	25.60	197.40	19.36	18.94
08	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	03/09/2022	5251	25.60	205.09	20.12	
09	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	03/09/2022	4574	25.86	176.90	17.25	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

JORGE URBAL TOMAPASCA SANTA  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: Lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

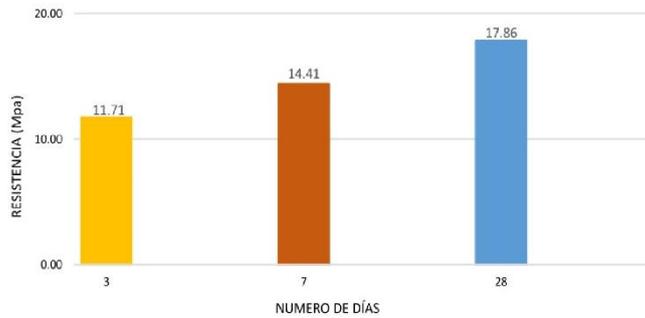
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.75) - 5% Poliestireno

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	3	06/08/2022	09/08/2022	2878	25.10	114.67	11.25	11.71
02	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	09/08/2022	2739	24.90	110.02	10.79	
03	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	09/08/2022	3299	24.70	133.56	13.10	
04	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	7	06/08/2022	13/08/2022	3120	24.75	126.06	12.37	14.41
05	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	13/08/2022	3750	24.90	150.60	14.77	
06	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	13/08/2022	4080	24.90	163.87	16.08	
07	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	28	06/08/2022	03/09/2022	4947	25.40	194.76	19.11	17.86
08	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	03/09/2022	4371	25.55	171.06	16.78	
09	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	03/09/2022	4648	25.76	180.47	17.70	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

LMSCEACH  
 JORGE ANDRÉS TOMAPASCASANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Porales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: Lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

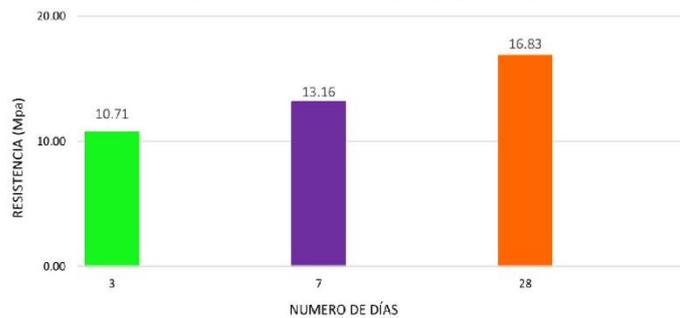
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.72) - 7% Poliestireno

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	3	07/08/2022	10/08/2022	2690	25.64	104.91	10.29	10.71
02	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	10/08/2022	2250	25.58	87.95	8.63	
03	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	10/08/2022	3432	25.49	134.66	13.21	
04	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	7	07/08/2022	14/08/2022	3774	25.00	150.96	14.81	13.16
05	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	14/08/2022	3075	25.25	121.81	11.95	
06	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	14/08/2022	3243	25.00	129.72	12.73	
07	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	28	07/08/2022	04/09/2022	4421	25.45	173.70	17.04	16.83
08	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	04/09/2022	4014	25.70	156.16	15.32	
09	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	04/09/2022	4745	25.65	184.96	18.14	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

LMSCEACH  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCACANTA  
 TÉCNICO EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: Lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

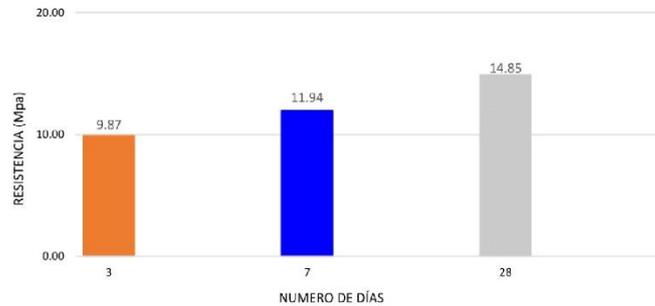
REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 9% Poliestireno

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	ELEMENTO	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	ÁREA (cm²)	RESISTENCIA (Kg/cm²)	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
01	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	3	07/08/2022	10/08/2022	2587	25.54	101.28	9.94	9.87
02	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	10/08/2022	2246	25.74	87.26	8.56	
03	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	10/08/2022	3004	26.51	113.31	11.12	
04	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	7	07/08/2022	14/08/2022	3129	25.05	124.91	12.25	11.94
05	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	14/08/2022	2871	24.50	117.18	11.50	
06	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	14/08/2022	3260	26.51	122.96	12.06	
07	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	28	07/08/2022	04/09/2022	3786	25.81	146.71	14.39	14.85
08	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	04/09/2022	3627	25.76	140.82	13.81	
09	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	04/09/2022	4254	25.50	166.81	16.36	

HISTOGRAMA DE MORTERO A (3, 7 y 28 DÍAS)



OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesista.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE MANUEL TOMAPASCAPANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

(NORMA: NTP 334.051:2022)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

RESUMEN A LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTERO (1:4) Y MORTERO SUSTITUIDO CON POLIESTIRENO.

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN (Kg)			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Mpa)		
		CEMENTO	ARENA	POLIESTIRENO	3 DÍAS	7 DÍAS	28 DÍAS
01	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	42.50	160.40	0.00	13.41	16.27	20.27
02	Mortero 1:4 (R A/C=0.77) - 3% Poliestireno	42.50	155.71	0.029	12.49	15.06	18.95
03	Mortero 1:4 (R A/C=0.75) - 5% Poliestireno	42.50	152.41	0.049	11.71	14.41	17.86
04	Mortero 1:4 (R A/C=0.72) - 7% Poliestireno	42.50	149.10	0.070	10.71	13.16	16.83
05	Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 9% Poliestireno	42.50	146.07	0.088	9.87	11.94	14.85

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado que fue realizado e identificado por el tesisista.



LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JORGE ANDRÉS TOMAPASCAYANTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	3	01/08/2022	04/08/2022	195	4.00	4.20	12.00	33.16	3.25	3.25
02	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	04/08/2022	200	3.95	4.15	12.00	35.28	3.46	
03	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	04/08/2022	182	4.00	4.20	12.00	30.95	3.04	
04	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	7	01/08/2022	08/08/2022	200	4.05	4.03	12.00	36.49	3.58	4.43
05	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	08/08/2022	280	4.07	4.10	12.00	49.11	4.82	
06	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	08/08/2022	284	4.07	4.10	12.00	49.81	4.89	
07	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	28	01/08/2022	29/08/2022	312	4.00	4.20	12.00	53.06	5.21	5.26
08	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	29/08/2022	289	4.00	4.10	12.00	51.58	5.06	
09	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		01/08/2022	29/08/2022	322	4.10	4.10	12.00	56.06	5.50	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.  
 JORGE ANGEL TOMAS PARICA AYTA.  
 TSE. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.77) - 3% Poliestireno

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	3	06/08/2022	09/08/2022	170	4.25	4.20	12.00	27.21	2.67	3.06
02	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	09/08/2022	177	4.00	4.00	12.00	33.19	3.26	
03	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	09/08/2022	168	3.95	3.92	12.00	33.21	3.26	
04	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	7	06/08/2022	13/08/2022	217	3.85	3.97	12.00	42.91	4.21	4.08
05	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	13/08/2022	226	3.98	4.00	12.00	42.59	4.18	
06	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	13/08/2022	204	3.96	3.97	12.00	39.22	3.85	
07	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	28	06/08/2022	03/09/2022	310	3.95	4.20	12.00	53.39	5.24	5.10
08	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	03/09/2022	270	4.00	4.12	12.00	47.72	4.68	
09	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		06/08/2022	03/09/2022	308	4.00	4.10	12.00	54.97	5.39	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.75) - 5% Poliestireno

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	3	06/08/2022	09/08/2022	155	4.00	3.97	12.00	29.50	2.89	2.92
02	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	09/08/2022	155	4.00	3.96	12.00	29.65	2.91	
03	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	09/08/2022	153	3.95	3.93	12.00	30.09	2.95	
04	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	7	06/08/2022	13/08/2022	231	3.96	4.08	12.00	42.05	4.13	3.93
05	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	13/08/2022	227	3.97	4.05	12.00	41.83	4.10	
06	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	13/08/2022	211	4.05	4.15	12.00	36.30	3.56	
07	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	28	06/08/2022	03/09/2022	238	4.00	4.05	12.00	43.53	4.27	4.73
08	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	03/09/2022	283	4.00	4.10	12.00	50.51	4.95	
09	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		06/08/2022	03/09/2022	288	3.95	4.15	12.00	50.80	4.98	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

JORGE HUMBERTO TOMAPASCÁ SANTA  
 TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.72) - 7% Poliestireno

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	3	07/08/2022	10/08/2022	140	3.92	3.87	12.00	28.62	2.81	2.81
02	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	10/08/2022	144	4.00	3.98	12.00	27.27	2.68	
03	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	10/08/2022	151	3.91	3.93	12.00	30.01	2.94	
04	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	7	07/08/2022	14/08/2022	237	3.95	4.40	12.00	37.19	3.65	3.54
05	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	14/08/2022	217	3.95	4.20	12.00	37.37	3.67	
06	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	14/08/2022	211	3.90	4.40	12.00	33.53	3.29	
07	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	28	07/08/2022	04/09/2022	297	4.00	4.25	12.00	49.33	4.84	4.16
08	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	04/09/2022	257	4.00	4.30	12.00	41.70	4.09	
09	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		07/08/2022	04/09/2022	221	3.95	4.30	12.00	36.31	3.56	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

JORGE JAIME TORALPAMARCA SANTA  
 TÉC. EN SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 9% Poliestireno

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	CARGA (Kg)	SECCIÓN DE PRISMA		LONGITUD ENTRE APOYOS (cm)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
						b ANCHO (cm)	h ALTO (cm)				
01	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	3	07/08/2022	10/08/2022	131	3.95	3.95	12.00	25.51	2.50	2.47
02	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	10/08/2022	124	3.95	3.99	12.00	23.66	2.32	
03	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	10/08/2022	136	4.00	3.93	12.00	26.42	2.59	
04	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	7	07/08/2022	14/08/2022	202	4.00	4.30	12.00	32.77	3.22	3.26
05	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	14/08/2022	213	3.95	4.30	12.00	35.00	3.43	
06	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	14/08/2022	177	3.97	4.10	12.00	31.83	3.12	
07	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	28	07/08/2022	04/09/2022	236	4.00	4.20	12.00	40.14	3.94	3.69
08	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	04/09/2022	221	4.00	4.20	12.00	37.59	3.69	
09	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		07/08/2022	04/09/2022	224	3.97	4.40	12.00	34.97	3.43	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

JORGE ÁNGEL TAPASCASANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

TÍTULO TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: Lunes, 5 de Setiembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.120: 2016)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

**RESUMEN A LA FLEXIÓN DE MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO (1:4) Y MORTERO SUSTITUIDO CON POLIESTIRENO.**

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN (Kg)			RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Mpa)		
		CEMENTO	ARENA	POLIESTIRENO	3 DÍAS	7 DÍAS	28 DÍAS
01	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	42.50	160.40	0.00	3.25	4.43	5.26
02	Mortero 1:4 (R A/C=0.77) - 3% Poliestireno	42.50	155.71	0.029	3.06	4.08	5.10
03	Mortero 1:4 (R A/C=0.75) - 5% Poliestireno	42.50	152.41	0.049	2.92	3.93	4.73
04	Mortero 1:4 (R A/C=0.72) - 7% Poliestireno	42.50	149.10	0.070	2.81	3.54	4.16
05	Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 9% Poliestireno	42.50	146.07	0.088	2.47	3.26	3.69

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesisista.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 JORGE ANDRÉS TOMAPASCA PANTA  
 TÍT. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
 Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022 FECHA EMISION: viernes, 4 de Noviembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.060: 2019)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO. CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	SECCIÓN DE TENSIÓN			CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
					L (cm)	A (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )				
01	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	3	30/09/2022	03/10/2022	2.38	2.71	6.45	68.9	10.68	1.05	0.98
02	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		30/09/2022	03/10/2022	2.70	2.55	6.89	64.7	9.40	0.92	
03	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		30/09/2022	03/10/2022	2.68	2.50	6.70	66.8	9.97	0.98	
04	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	7	30/09/2022	07/10/2022	2.51	2.73	6.85	80.9	11.81	1.16	1.07
05	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		30/09/2022	07/10/2022	2.60	2.85	7.41	70.6	9.53	0.93	
06	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		30/09/2022	07/10/2022	2.48	2.65	6.57	75.8	11.53	1.13	
07	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	28	30/09/2022	28/10/2022	2.55	2.60	6.63	93.7	14.13	1.39	1.40
08	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		30/09/2022	28/10/2022	2.58	2.65	6.84	95.8	14.01	1.37	
09	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80		30/09/2022	28/10/2022	2.56	2.60	6.66	97.1	14.59	1.43	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

JOSÉ ASUÉL TOMAPASCA PARUTA  
 ING. CIVIL  
 CIP 246904

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 ING. CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022 FECHA EMISION: viernes, 4 de Noviembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.060: 2019)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO. CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R/A/C=0.77) - 3% Poliestireno

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	SECCIÓN DE TENSIÓN			CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
					L (cm)	A (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )				
01	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	3	30/09/2022	03/10/2022	2.60	2.84	7.38	62.7	8.49	0.83	0.85
02	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		30/09/2022	03/10/2022	2.84	2.60	7.38	60.2	8.15	0.80	
03	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		30/09/2022	03/10/2022	2.41	2.80	6.75	62.8	9.31	0.91	
04	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	7	30/09/2022	07/10/2022	2.50	2.78	6.95	73.6	10.59	1.04	1.02
05	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		30/09/2022	07/10/2022	2.60	2.90	7.54	75.8	10.05	0.99	
06	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		30/09/2022	07/10/2022	2.55	2.75	7.01	74.6	10.64	1.04	
07	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno	28	30/09/2022	28/10/2022	2.53	2.59	6.55	84.5	12.90	1.27	1.27
08	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		30/09/2022	28/10/2022	2.57	2.60	6.68	86.7	12.98	1.27	
09	Mortero 1:4 - 3% Poliestireno		30/09/2022	28/10/2022	2.58	2.55	6.58	85.4	12.98	1.27	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

Jorge Almagro Tomaparca Santa  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
**ASESOR:** Mag. Idrogo Pérez Cesar Antonio.  
**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** sábado, 30 de Julio de 2022

**FECHA EMISION:** viernes, 4 de Noviembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.060: 2019)

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN:** MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

**CEMENTO:** TIPO I - PACASMAYO.

**PRESENTACIÓN:** 9 Unidades Mortero 1:4 (R/A/C=0.75) - 5% Poliestireno

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	SECCIÓN DE TENSIÓN			CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
					L (cm)	A (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )				
01	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	3	30/09/2022	03/10/2022	2.58	2.55	6.58	54.4	8.27	0.81	0.80
02	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		30/09/2022	03/10/2022	2.65	2.65	7.02	55.5	7.90	0.78	
03	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		30/09/2022	03/10/2022	2.60	2.60	6.76	56.2	8.31	0.82	
04	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	7	30/09/2022	07/10/2022	2.55	2.56	6.53	61.4	9.41	0.92	0.92
05	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		30/09/2022	07/10/2022	2.60	2.71	7.05	63.4	9.00	0.88	
06	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		30/09/2022	07/10/2022	2.55	2.65	6.76	65.6	9.71	0.95	
07	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno	28	30/09/2022	28/10/2022	2.58	2.61	6.73	84.9	12.61	1.24	1.18
08	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		30/09/2022	28/10/2022	2.59	2.65	6.86	79.5	11.58	1.14	
09	Mortero 1:4 - 5% Poliestireno		30/09/2022	28/10/2022	2.57	2.63	6.76	80.1	11.85	1.16	

**OBSERVACIONES:**

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

**LMSCEACH**  
 S.A.S.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ÁNGEL TERRAZAS PARRA  
 TEL. 074 437218 / 074 437218  
 TEL. 990336658 / 990336658

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: viernes, 4 de Noviembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.060: 2019)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R A/C=0.72) - 7% Poliestireno

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	SECCIÓN DE TENSIÓN			CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
					L (cm)	A (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )				
01	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	3	01/10/2022	04/10/2022	2.55	2.70	6.89	49.8	7.23	0.71	0.65
02	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		01/10/2022	04/10/2022	2.49	2.72	6.77	39.6	5.85	0.57	
03	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		01/10/2022	04/10/2022	2.55	2.71	6.91	47.3	6.84	0.67	
04	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	7	01/10/2022	08/10/2022	2.56	2.70	6.91	58.7	8.49	0.83	0.87
05	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		01/10/2022	08/10/2022	2.55	2.65	6.76	60.6	8.97	0.88	
06	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		01/10/2022	08/10/2022	2.56	2.64	6.76	61.6	9.11	0.89	
07	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno	28	01/10/2022	29/10/2022	2.55	2.64	6.73	78.6	11.68	1.15	1.10
08	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		01/10/2022	29/10/2022	2.57	2.62	6.73	77.2	11.47	1.12	
09	Mortero 1:4 - 7% Poliestireno		01/10/2022	29/10/2022	2.58	2.64	6.81	70.7	10.38	1.02	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

  
 LMSCEACH  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JOSE ANGEL TOMAPASCA MANTUA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

  
 Miguel Ángel Ruiz Peralta  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO DE TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022 FECHA EMISION: viernes, 4 de Noviembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.060: 2019)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO. CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.  
 PRESENTACIÓN: 9 Unidades Mortero 1:4 (R/A/C=0.70) - 9% Poliestireno

N°	DESCRIPCIÓN	EDAD (Días)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	SECCIÓN DE TENSIÓN			CARGA (Kg)	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Mpa)	TOTAL PROMEDIO (Mpa)
					L (cm)	A (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )				
01	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	3	01/10/2022	04/10/2022	2.55	2.56	6.53	37.8	5.79	0.57	0.53
02	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		01/10/2022	04/10/2022	2.67	2.71	7.24	33.3	4.60	0.45	
03	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		01/10/2022	04/10/2022	2.76	2.63	7.26	41.8	5.76	0.56	
04	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	7	01/10/2022	08/10/2022	2.65	2.80	7.42	58.1	7.83	0.77	0.77
05	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		01/10/2022	08/10/2022	2.50	2.70	6.75	54.5	8.07	0.79	
06	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		01/10/2022	08/10/2022	2.55	2.65	6.76	52.5	7.77	0.76	
07	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno	28	01/10/2022	29/10/2022	2.58	2.65	6.84	70.1	10.25	1.01	1.02
08	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		01/10/2022	29/10/2022	2.55	2.60	6.63	69.7	10.51	1.03	
09	Mortero 1:4 - 9% Poliestireno		01/10/2022	29/10/2022	2.57	2.64	6.78	71.2	10.49	1.03	

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.

JORGE ASMAR TOMAPASCA SANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



INFORME DE ENSAYO

Pág.: 01 de 01

TÍTULO TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
 TESISTA: TORO CORONADO LUIS DEINER  
 UBICACIÓN: DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
 FECHA RECEPCIÓN: sábado, 30 de Julio de 2022

FECHA EMISION: viernes, 4 de Noviembre de 2022

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico**

(NORMA: NTP 334.060: 2019)

REFERENCIA DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: MORTERO DE CEMENTO HIDRÁULICO.

CEMENTO: TIPO I - PACASMAYO.

**RESUMEN A LA RESISTENCIA A LA TENSIÓN DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (1:4) Y MORTERO SUSTITUIDO CON POLIESTIRENO.**

N°	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN (Kg)			RESISTENCIA A LA TENSIÓN (Mpa)		
		CEMENTO	ARENA	POLIESTIRENO	3 DÍAS	7 DÍAS	28 DÍAS
01	Mortero Patrón - 1:4 R A/C = 0.80	42.50	160.40	0.00	0.98	1.07	1.40
02	Mortero 1:4 (R A/C=0.77) - 3% Poliestireno	42.50	155.71	0.029	0.85	1.02	1.27
03	Mortero 1:4 (R A/C=0.75) - 5% Poliestireno	42.50	152.41	0.049	0.80	0.92	1.18
04	Mortero 1:4 (R A/C=0.72) - 7% Poliestireno	42.50	149.10	0.070	0.65	0.87	1.10
05	Mortero 1:4 (R A/C=0.70) - 9% Poliestireno	42.50	146.07	0.088	0.53	0.77	1.02

OBSERVACIONES:

- Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de cemento hidráulico, que fue realizado e identificado por el tesista.



LMSCEACH E.I.R.L.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 JORGE ANIBAL TOMAPASCA SANTA  
 TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Miguel Ángel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904

# ANEXO V: Informe del ensayo térmico.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO E.I.R.L.



## INFORME DE ENSAYO

Pag.: 01 de 05

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA RECEPCIÓN:** sábado, 30 de Julio de 2022

**FECHA EMISION:** miércoles, 5 de Octubre de 2022

### ENSAYO DE TEMPERATURA

#### Maqueta (mortero Patrón)

Temperatura °C		
Tiempo (h)	T. frigorífico °C	T. interior Maqueta °C
00:00:00	22.1	22.0
00:30:00	-4.9	13.9
01:00:00	-9.8	6.6
01:30:00	-13.9	1.7
02:00:00	-16.3	-5.8
02:30:00	-18.6	-6.2
03:00:00	-22.7	-7.9

#### ENSAYO DE TEMPERATURA MAQUETA DE MORTERO PATRÓN



—●— T. frigorífico °C —●— T. interior Maqueta °C —●— Lineal (T. frigorífico °C) —●— Lineal (T. interior Maqueta °C)

**OBSERVACIONES:**

- Ensayo realizado por el tesista.

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
JOSÉ ANGELO TOROPASCAL PANTA  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



Miguel Ángel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pag.: 02 de 05

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA RECEPCIÓN:** sábado, 30 de Julio de 2022

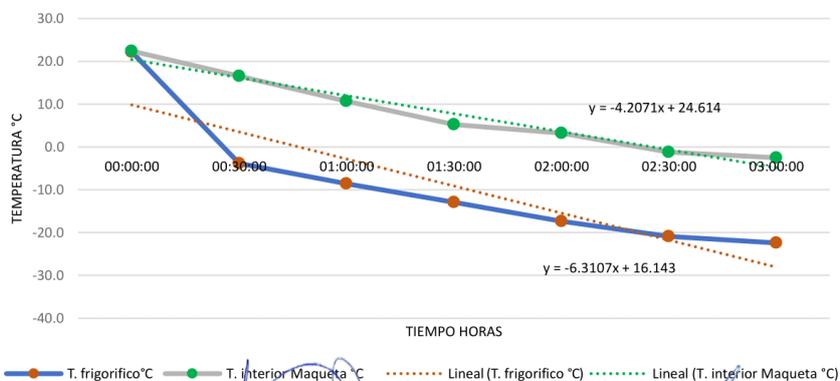
**FECHA EMISION:** miércoles, 5 de Octubre de 2022

**ENSAYO DE TEMPERATURA**

**Maqueta (mortero con 3% de Poliestireno)**

Temperatura °C		
Tiempo (h)	T. frigorífico °C	T. interior Maqueta °C
00:00:00	22.2	22.4
00:30:00	-3.8	16.6
01:00:00	-8.6	10.7
01:30:00	-12.9	5.3
02:00:00	-17.3	3.2
02:30:00	-20.9	-1.2
03:00:00	-22.4	-2.5

**ENSAYO DE TEMPERATURA MAQUETA DE MORTERO CON 3% DE POLIESTIRENO**



**OBSERVACIONES:**  
- Ensayo realizado por el tesista.

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
JORGE URRAL TAMAPASCA PANTA  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



## INFORME DE ENSAYO

Pag.: 03 de 05

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA RECEPCIÓN:** sábado, 30 de Julio de 2022

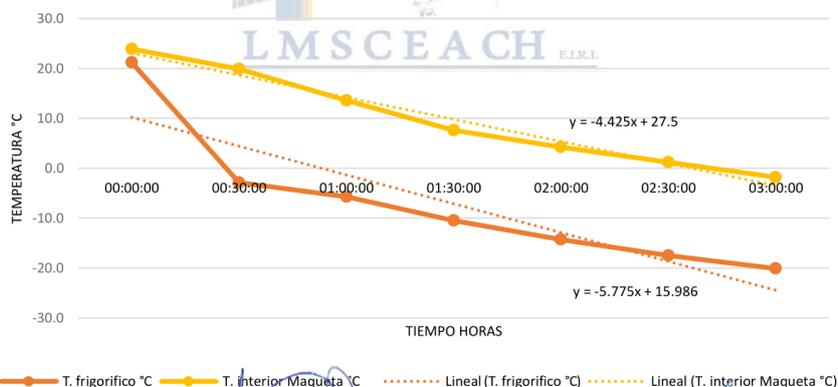
**FECHA EMISION:** miércoles, 5 de Octubre de 2022

### ENSAYO DE TEMPERATURA

Maqueta (mortero con 5% de Poliestireno)

Temperatura °C		
Tiempo (h)	T. frigorífico °C	T. interior Maqueta °C
00:00:00	21.2	23.9
00:30:00	-2.9	19.9
01:00:00	-5.7	13.6
01:30:00	-10.5	7.6
02:00:00	-14.3	4.2
02:30:00	-17.5	1.2
03:00:00	-20.1	-1.8

### ENSAYO DE TEMPERATURA MAQUETA DE MORTERO CON 5% DE POLIESTIRENO



**OBSERVACIONES:**  
- Ensayo realizado por el tesista.

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
JOSÉ ANIBAL TOMAPASCA SANTA  
TÉCNICO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pag.: 04 de 05

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA RECEPCIÓN:** sábado, 30 de Julio de 2022

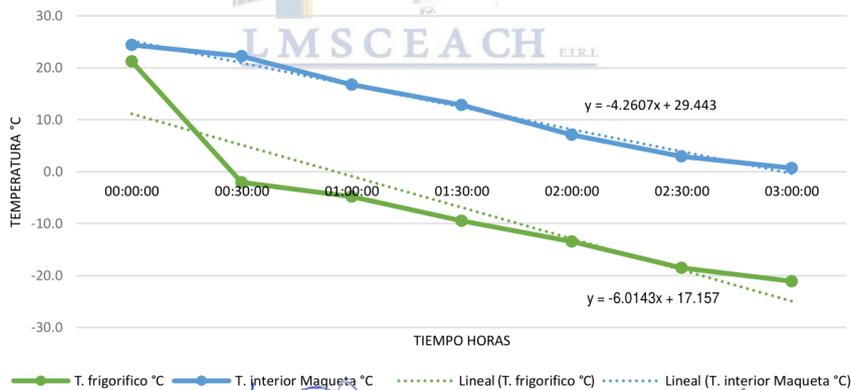
**FECHA EMISION:** miércoles, 5 de Octubre de 2022

**ENSAYO DE TEMPERATURA**

**Maqueta (mortero con 7% de Poliestireno)**

Temperatura °C		
Tiempo (h)	T. frigorífico °C	T. interior Maqueta °C
00:00:00	21.2	24.4
00:30:00	-2.1	22.2
01:00:00	-4.8	16.7
01:30:00	-9.5	12.8
02:00:00	-13.5	7.1
02:30:00	-18.5	2.9
03:00:00	-21.1	0.7

**ENSAYO DE TEMPERATURA MAQUETA DE MORTERO CON 7% DE POLIESTIRENO**



**OBSERVACIONES:**  
- Ensayo realizado por el tesista.

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO - CHICLAYO  
JORGE ANIBAL TOMAPASCA SANTA  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pag.: 05 de 05

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

**FECHA RECEPCIÓN:** sábado, 30 de Julio de 2022

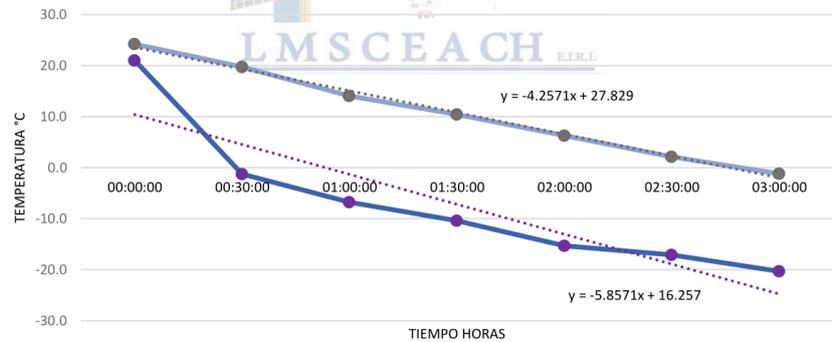
**FECHA EMISION:** miércoles, 5 de Octubre de 2022

**ENSAYO DE TEMPERATURA**

**Maqueta (mortero con 9% de Poliestireno)**

Temperatura °C		
Tiempo (h)	T. frigorífico °C	T. interior Maqueta °C
00:00:00	21.0	24.2
00:30:00	-1.3	19.7
01:00:00	-6.8	14.1
01:30:00	-10.4	10.4
02:00:00	-15.3	6.3
02:30:00	-17.1	2.1
03:00:00	-20.3	-1.2

**ENSAYO DE TEMPERATURA MAQUETA DE MORTERO CON 9% DE POLIESTIRENO**



Legend: T. frigorífico °C (solid blue line with circles), T. interior Maqueta °C (solid grey line with circles), Lineal (T. frigorífico °C) (dotted blue line), Lineal (T. interior Maqueta °C) (dotted grey line)

**OBSERVACIONES:**  
- Ensayo realizado por el tesista.

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
JOSÉ ANTONIO TORO CORONADO  
TESISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

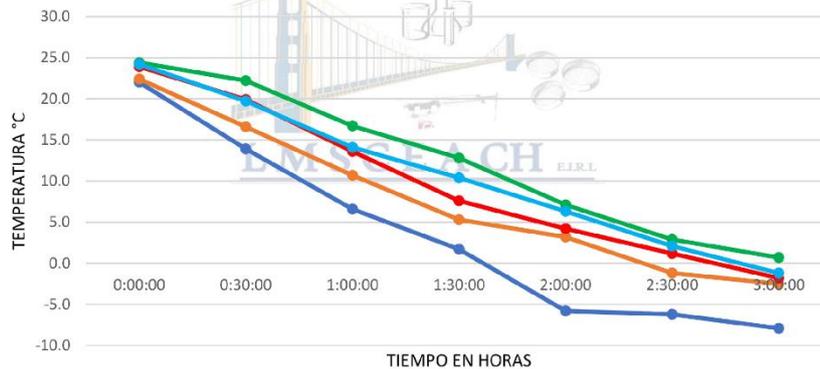
Pag.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"  
**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER  
**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.  
**FECHA RECEPCIÓN:** sábado, 30 de Julio de 2022 **FECHA EMISION:** miércoles, 5 de Octubre de 2022

**RESUMEN DE LA TEMPERATURA EN EL INTERIOR DE LAS MAQUETAS DE MORTERO**

Tiempo (h)	T. interior Maqueta Mortero Patrón	T. interior Maqueta Mortero 3% poliestireno	T. interior Maqueta Mortero 5% poliestireno	T. interior Maqueta Mortero 7% poliestireno	T. interior Maqueta Mortero 9% poliestireno
0:00:00	22.0	22.4	23.9	24.4	24.2
0:30:00	13.9	16.6	19.9	22.2	19.7
1:00:00	6.6	10.7	13.6	16.7	14.1
1:30:00	1.7	5.3	7.6	12.8	10.4
2:00:00	-5.8	3.2	4.2	7.1	6.3
2:30:00	-6.2	-1.2	1.2	2.9	2.1
3:00:00	-7.9	-2.5	-1.8	0.7	-1.2

**TEMPERATURA INTERIOR DE MAQUETA DE MORTERO PATRON Y MORTERO CON POLIESTIRENO**



● T. interior Maqueta Mortero Patrón      ● T. interior Maqueta Mortero 3% poliestireno  
● T. interior Maqueta Mortero 5% poliestireno      ● T. interior Maqueta Mortero 7% poliestireno  
● T. interior Maqueta Mortero 9% poliestireno

**OBSERVACIONES:**  
 - Ensayo realizado por el tesista.

**LMSCEACH**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
 CHICLAYO  
  
 JORGE ÁNGEL TEMAPASCA PANTA  
 T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

MIGUEL ÁNGEL RUIZ PERALES  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 246904



**INFORME DE ENSAYO**

Pag.: 01 de 01

**TÍTULO DE TESIS:** "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE REVESTIMIENTO MODIFICADO CON POLIESTIRENO COMO AISLANTE TÉRMICO"

**TESISTA:** TORO CORONADO LUIS DEINER

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE.

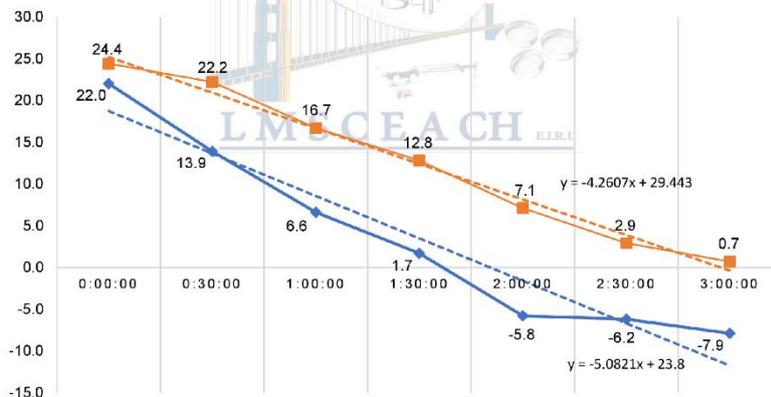
**FECHA RECEPCIÓN:** sábado, 30 de Julio de 2022

**FECHA EMISION:** miércoles, 5 de Octubre de 2022

**TEMPERATURA EN EL INTERIOR DE LA MAQUETA DE MORTERO PATRÓN VS MAQUETA DE MORTERO CON 7% DE POLIESTIRENO (PORCENTAJE ÓPTIMO)**

Tiempo (h)	T. interior Maqueta de Mortero Patrón	T. interior Maqueta de Mortero con 7% de poliestireno
0:00:00	22.0	24.4
0:30:00	13.9	22.2
1:00:00	6.6	16.7
1:30:00	1.7	12.8
2:00:00	-5.8	7.1
2:30:00	-6.2	2.9
3:00:00	-7.9	0.7

**Temperatura del interior de la maqueta de mortero patron VS temperatura del interior de la maqueta de mortero con 7% de poliestireno**



- T. interior Maqueta de Mortero Patrón
- T. interior Maqueta de Mortero con 7% de poliestireno
- - - Lineal (T. interior Maqueta de Mortero con 7% de poliestireno)
- - - Lineal (T. interior Maqueta de Mortero Patrón)

**OBSERVACIONES:**  
- Ensayo realizado por el tesista.

**LMSCEACH**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, EMULSIONES Y ASFALTO  
JOSÉ ANGEL TOMAPARCA PANTA  
TECN. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Miguel Ángel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 246904

## 2. Evidencia de ejecución.

### Visita a canteras.



Cantera (La victoria) - Pátapo.



Cantera (Tres tomas) - Ferreñafe.



Cantera (Pacherrez) - Pucalá.

**Ensayos realizados al agregado fino y poliestireno.**



Análisis granulométrico del agregado fino.



Peso específico del agregado fino.



Peso unitario del agregado fino.



Peso unitario del poliestireno.

**Elaboración de las mezclas de mortero.**



Diseño de mezcla del mortero.



Ensayo de fluidez del mortero.



Elaboración de especímenes de mortero patrón 1:4.



Especímenes de mortero 1:4 con el 3% y 5% de Poliestireno.



Especímenes para ensayos de resistencia a la compresión y flexión.



Especímenes de mortero con el 7% y 9% de Poliestireno.



Especímenes para ensayos de resistencia a la compresión y flexión.



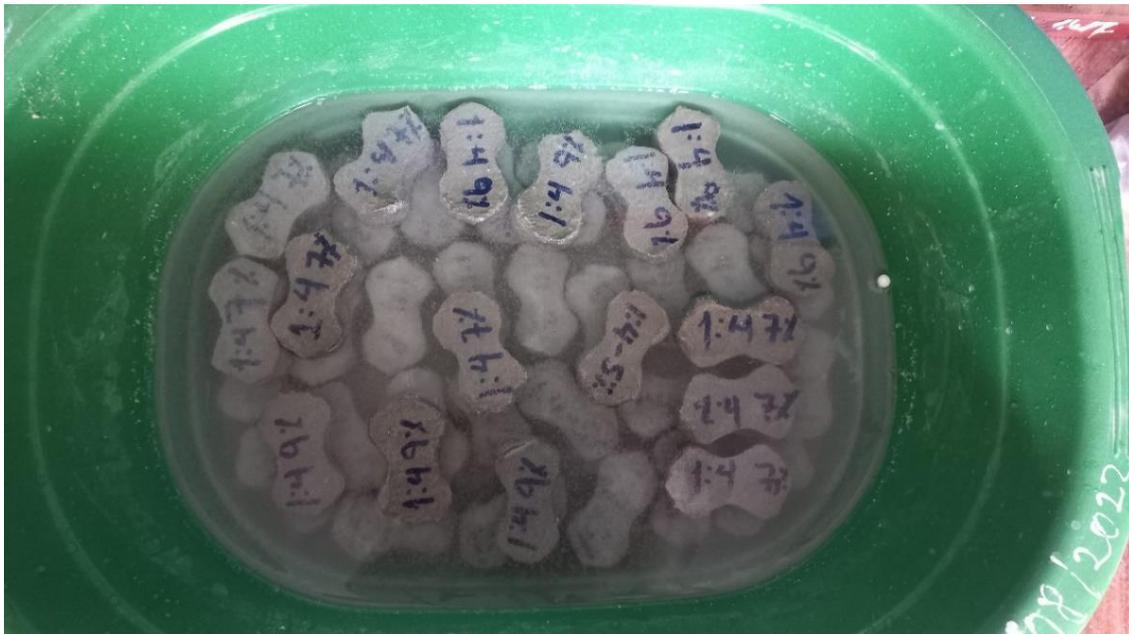
Curado de las muestras de mortero.



Muestras de mortero patrón y mortero con 3% y 5% de Poliestireno.



Especímenes de mortero con el 7% y 9% de Poliestireno.

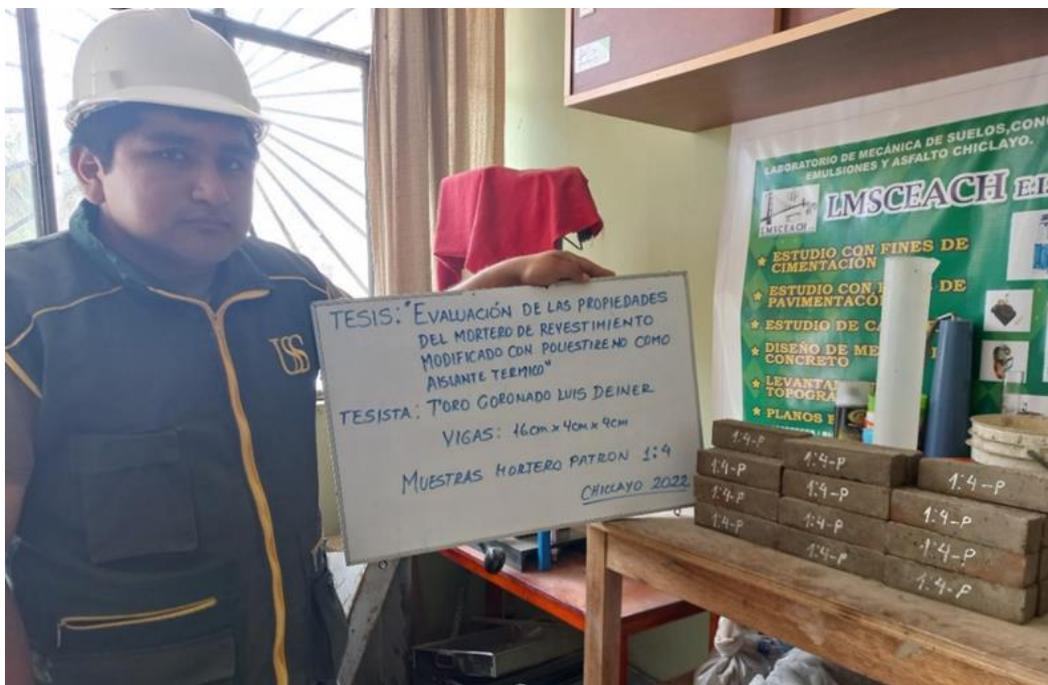


Curado de especímenes de mortero para el ensayo de resistencia a la tracción.

## Ensayos de resistencia a la compresión, flexión y tracción.



Muestras para el ensayo a compresión.



Muestras para el ensayo a flexión.



Resistencia a la compresión del mortero en cubos de 50 mm de lado.



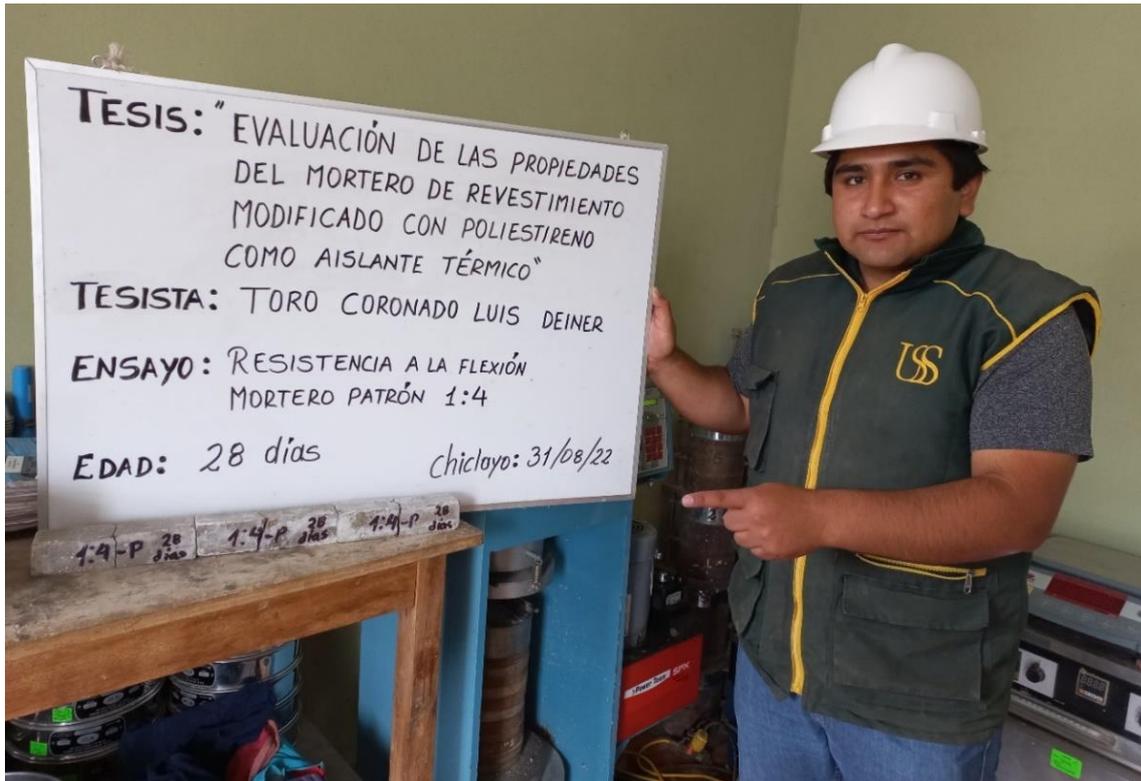
Resistencia a la compresión y flexión de especímenes a la edad de 7 días.



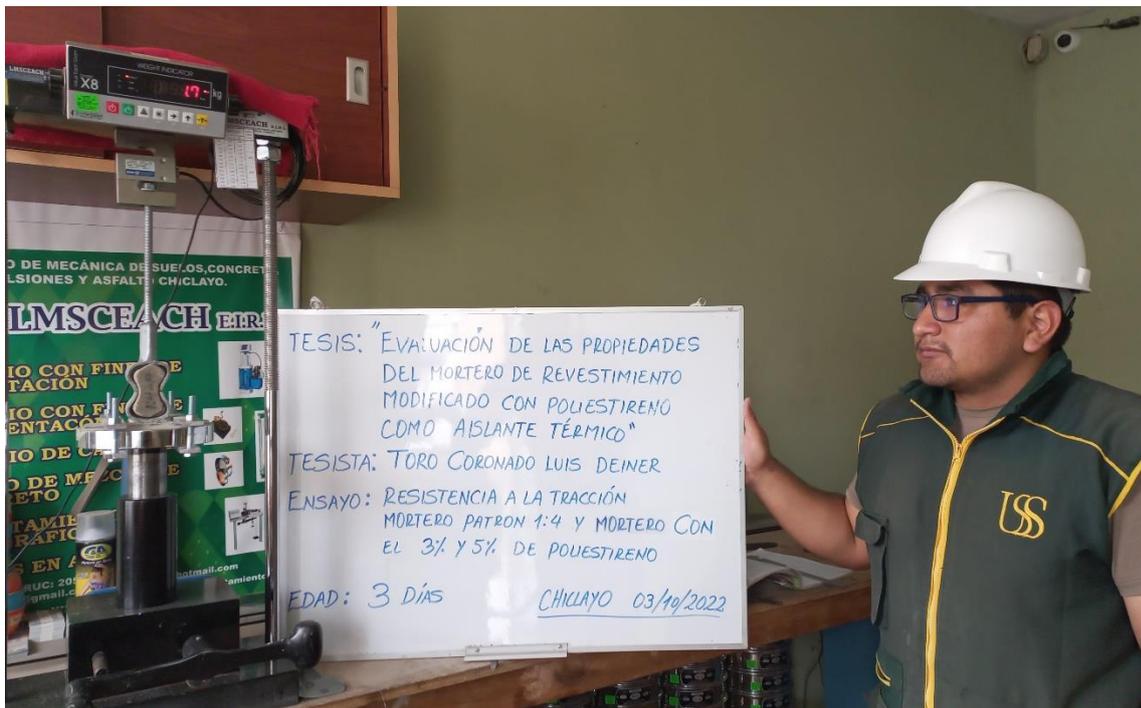
Muestras ensayadas a los 28 días - Mortero patrón 1:4.



Resistencia a la flexión del mortero.



Especímenes ensayados a los 28 días - Mortero patrón 1:4.



Resistencia a la tracción del mortero.



Especímenes ensayados a los 3 días – Mortero patrón 1:4 y mortero 1:4 con 3% y 5% de poliestireno.



Resistencia a la tracción del mortero patrón 1:4 y mortero 1:4 con 3% y 5% de poliestireno a los 28 días.



Resistencia a la tracción del mortero con 3% y 5% de poliestireno a los 28 días.

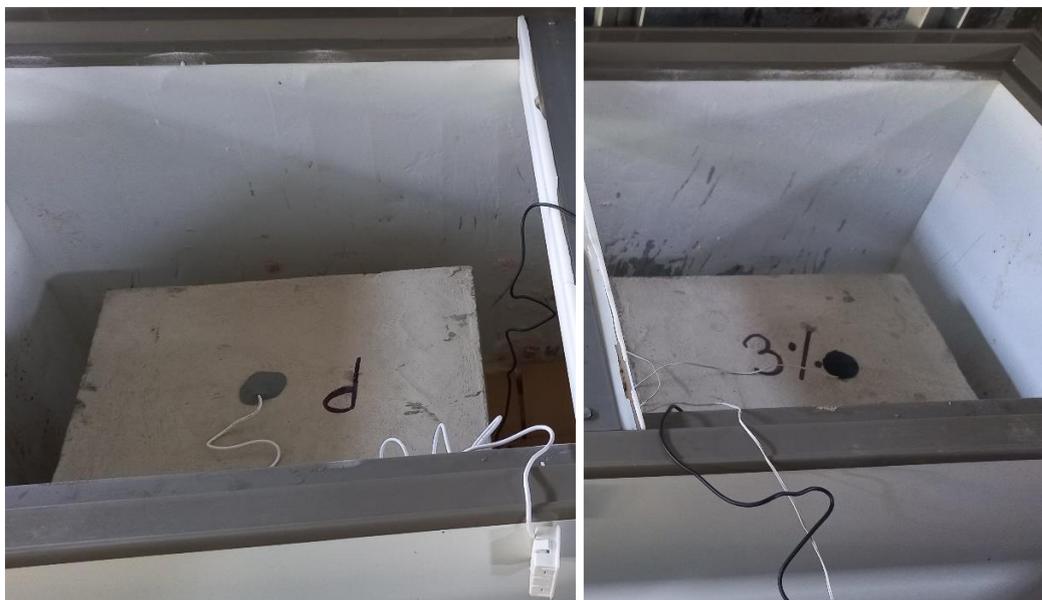


Resistencia a la tracción del mortero con 7% y 9% de poliestireno a los 28 días.

## Ensayo térmico de maquetas de mortero



Maquetas de mortero patrón 1:4 y mortero 1:4 con el 3%, 5%, 7% y 9% de Poliestireno.



Ensayo de maquetas de mortero patrón 1:4 y mortero 1:4 con 3% de poliestireno.



Frigorífico marca Coldex para ensayo térmico



Ensayo de maquetas de mortero 1:4 con 5% y 7% de poliestireno.



Ensayo de maqueta de mortero 1:4 con 9% de poliestireno.



Registro de datos de ensayo térmico.

### 3. Otros

#### Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS Y VARIABLES	METODOLOGÍA
¿Cuál es el diseño óptimo del mortero con poliestireno en revestimientos como aislante térmico?	<b>Objetivo general</b>		<b>Hipótesis</b>	
	Evaluar las propiedades del mortero para revestimiento modificado con poliestireno como aislante térmico.	<b>Antecedentes</b>	El uso de poliestireno en la elaboración de mortero de revestimiento, influye en sus propiedades como aislante térmico.	<b>Método de investigación</b>
	<b>Objetivos específicos</b>	[45]		El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada y tiene un enfoque cuantitativo
	Realizar el estudio de los materiales a utilizar (agregado fino y poliestireno).	[47]		
	Diseñar el mortero patrón en la proporción 1:4.	[40]		
	Diseñar el mortero 1:4 con sustitución 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno por agregado fino.	[8]		
<b>Teorías relacionadas al tema</b>	<b>Teorías relacionadas al tema</b>	<b>Variable dependiente</b>	<b>Diseño de investigación</b>	
Determinar las propiedades físicas y mecánicas del mortero patrón y mortero con sustitución de 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno por agregado fino.	Poliestireno	Propiedades del mortero de revestimiento.	El diseño del presente trabajo de investigación es experimental	
Elaborar maquetas de mortero patrón y mortero con 3%, 5%, 7% y 9% de poliestireno que será expuesto a diferentes temperaturas.	Mortero	<b>Variable independiente</b>		
Determinar el porcentaje óptimo de poliestireno que ayudara al mortero a ser aislante térmico.	Agregados	Poliestireno como aislante térmico.		
	Propiedades físicas y mecánicas			