



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
TESIS**

**Desempeño de las propiedades mecánicas y  
microestructurales del concreto adicionando azulejos  
triturados como sustitución de la grava**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO(A) CIVIL**

**Autores**

Bach. Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
<https://orcid.org/0000-0002-8001-1812>  
Bach. Renteria Risco, Oscar Javier  
<https://orcid.org/0000-0002-9416-7471>

**Asesor**

Mg. Ing. Villegas Granados Luis Mariano  
<https://orcid.org/0000-0001-5401-2566>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e Innovación en el desarrollo de la Construcción y la Industria  
en un contexto de Sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Innovación y tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e  
Infraestructura**

**Pimentel – Perú  
2024**



Universidad  
Señor de Sipán

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACIÓN JURADA, somos **egresado (s)** del Programa de Estudios de **Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

### **DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA GRAVA**

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:

Asenjo Diaz Marleny Dany Elena	DNI: 75363495	
Renteria Risco Oscar Javier	DNI: 42166383	

Pimentel, 17 de noviembre de 2024.

# 16% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

## Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

**DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL  
CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA  
GRAVA**

**Aprobación del jurado**

---

DR. CORONADO ZULOETA OMAR

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

DR. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MG. IDROGO PEREZ CESAR ANTONIO

**Vocal del Jurado de Tesis**

## Índice de contenidos

RESUMEN .....	7
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	16
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23
3.1. Resultados .....	23
3.2. Discusiones .....	32
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	35
4.1. Conclusiones.....	35
4.2. Recomendaciones.....	35
REFERENCIAS .....	37
ANEXOS.....	44

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA I</b> Propiedades físicas de los áridos .....	17
<b>TABLA II</b> Composición química del azulejo triturado .....	18
<b>TABLA III</b> Diseño de mezcla del concreto patrón y modificado .....	20
<b>TABLA IV</b> Características físicas del azulejo triturado .....	23
<b>TABLA V</b> Concentración de fases cristalinas en la muestra .....	30
<b>TABLA VI</b> Composición medida por eds en el concreto patrón y modificado .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1</b> Proceso de selección del azulejo - diámetro 1/4" – 1" .....	18
<b>Fig. 2.</b> Diagrama de Flujo de Procesos .....	22
<b>Fig. 3.</b> Variación de la trabajabilidad y contenido de aire en función de diferentes proporciones de Azulejo .....	23
<b>Fig. 4.</b> Variación del peso unitario y temperatura en función de diferentes proporciones de Azulejo .....	24
<b>Fig. 5.</b> Resistencia a la compresión del concreto en función a diferentes dosificaciones de azulejo.....	25
<b>Fig. 6.</b> Resistencia a la flexión del concreto en función a diferentes dosificaciones de azulejo .....	26
<b>Fig. 7.</b> Resistencia a la tracción del concreto en función a diferentes dosificaciones de azulejo .....	27
<b>Fig. 8.</b> Módulo de elasticidad del concreto en función a diferentes dosificaciones de azulejo .....	28
<b>Fig. 9.</b> Difractograma de rayos X de la muestra y las fases cristalinas identificadas .....	29
<b>Fig. 10.</b> (a) Micrografía 250x de un fragmento de concreto patrón, (b) micrografía 1000x de un fragmento de concreto modificado con azulejo triturado .....	31

# DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA GRAVA

## Resumen

La transformación para producir materiales respetuosos con el medio ambiente en todo el mundo exige que la industria de la construcción promueva materiales de construcción sostenibles y de alto rendimiento. Este estudio experimental evaluó la sustitución del agregado grueso con azulejo triturado en porcentajes del 25, 50, 75 y 100%, y determinó su efecto en las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto. Los resultados mostraron que al sustituir el 25% del agregado con azulejo triturado, se logró un aumento del 8.15% en la resistencia a compresión, un incremento del 4.52% en la resistencia a flexión y un aumento del 13.73% en la resistencia a tracción. El módulo de elasticidad también mostró una mejora del 4.77%. Sin embargo, al aumentar el porcentaje de sustitución de azulejo triturado, se observaron reducciones progresivas en la resistencia a compresión, flexión y tracción, así como en el módulo de elasticidad. La prueba de XRD reveló la presencia de cuarzo y aluminosilicatos en los azulejos triturados; asimismo, mediante SEM-EDS se pudo visualizar una mejora significativa en la uniformidad de la estructura y la reducción de defectos los fragmentos con la inclusión de los azulejos triturados. Se concluye que los azulejos triturados pueden ser viables para la producción de concreto solo si se utilizan porcentajes bajos de sustitución de los agregados gruesos; sin embargo, el uso de mayores porcentajes de sustitución con azulejo triturado lleva a una disminución progresiva en las propiedades mecánicas, lo que sugiere que su aplicación debe ser cuidadosamente controlada.

**Palabras Clave:** Agregado grueso, azulejo triturado, propiedades mecánicas y microestructurales, concreto, materiales respetuosos.

## **Abstract**

The transformation to produce environmentally friendly materials worldwide requires the construction industry to promote sustainable, high-performance building materials. This experimental study evaluated the replacement of coarse aggregate with crushed tile at percentages of 25, 50, 75, and 100%, and determined its effect on the physical, mechanical, and microstructural properties of concrete. The results showed that replacing 25% of the aggregate with crushed tile resulted in an 8.15% increase in compressive strength, a 4.52% increase in flexural strength and a 13.73% increase in tensile strength. The modulus of elasticity also showed an improvement of 4.77%. However, as the percentage of crushed tile substitution increased, progressive reductions were observed in compressive, flexural and tensile strength, as well as modulus of elasticity. The XRD test revealed the presence of quartz and aluminosilicates in the crushed tiles; also, by SEM-EDS it was possible to visualize a significant improvement in the uniformity of the structure and the reduction of fragment defects with the inclusion of the crushed tiles. It is concluded that crushed tiles can be viable for concrete production only if low substitution percentages of coarse aggregates are used; however, the use of higher substitution percentages with crushed tile leads to a significant reduction in the number of defects.

**Keywords:** Coarse aggregate, crushed tile, mechanical and microstructural properties, concrete, respectful materials.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales de construcción más versátiles y ampliamente utilizados en el mundo según dicen Manikandan et al. [1]; ahora bien, Daneshvar et al. [2] mencionan que este material es conocido por su fuerza y durabilidad, resistencia al fuego y adaptabilidad a cualquier tamaño o forma; por ende, gracias a estas características notables el uso del concreto está aumentando gradualmente [3]; sin embargo, Ray et al. [4] estiman que la producción del concreto requiere anualmente 1.500 millones de toneladas de cemento, entre 10.000 y 20.000 millones de toneladas de áridos, y alrededor de 1.000 millones de toneladas de agua para su producción [5]; por otro lado, Adesina [6], explica que, a medida que la población mundial crece, se proyecta que la utilización del concreto aumentará en aproximadamente 18.000 millones de toneladas al año; no obstante, Grebenkov [7], confirma que debido a esta alta demanda de recursos naturales no sostenibles, la producción de concreto provoca una significativa degradación ambiental, incluyendo la erosión de deltas de ríos y costas debido a la extracción de arena y grava naturales [8].

Nilimaa [9], propone que para mitigar el impacto ambiental debido a la elevada producción del concreto, la reutilización de los materiales de desecho representa un enfoque alternativo [10]; de manera similar, Collivignarelli et al. [11], mencionan que, la Agencia Internacional de Energía (AIE) recomienda el uso de materiales sustitutos en lugar de agregados naturales para lograr niveles de impacto ambiental más bajos; por ejemplo, Sivakumar et al. [12], argumentan que los azulejos en la construcción se ha convertido en un enfoque sostenible además suelen tener propiedades únicas que pueden mejorar el rendimiento y la durabilidad de las estructuras de concreto; asimismo, Tazmeen & Qayoom [13], citan que la incorporación de los azulejos en el concreto tiene como finalidad mitigar los impactos negativos de la generación de residuos, la contaminación y el consumo de energía; ahora bien, Kumar et al. [14], han observado que los azulejos tienen el potencial de ser utilizados en estructuras de concreto en un cierto nivel de sustitución para lograr propiedades deseadas.

Hoang et al. [15], argumentan que, en el 2019, la producción mundial de azulejos fue de unos 12 600 millones de m<sup>2</sup>, cifra que aumentó a 18 200 millones de m<sup>2</sup> en 2021; no obstante, la gestión de estos residuos ha sido ineficaz, con tasas de reciclaje por debajo del 30% [16]; por otro lado, Waterkemper et al. [17], mencionan que los principales productores de azulejos son China con un 47%, India con un 8%, y otros países como Brasil, Vietnam y España; asimismo, De Noni et al. [18], señalan que químicamente, los azulejos están compuestos típicamente por SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, CaO, MgO, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y la pérdida por ignición (LOI); ahora bien, [19], se sabe que los azulejos poseen una gravedad específica de 2.28, absorción de agua menor a 0.5 % y una alta resistencia, lo que los hace adecuados para fines estructurales; por ende, los investigadores están cada vez más interesados en el uso de residuos cerámicos como materiales agregados alternativos para la construcción [20].

En cuanto a las propiedades físicas del concreto con la incorporación de azulejos, según Vilas et al. [21], señalaron que la incorporación del 20% de los azulejos originó una reducción del 14.10% en el asentamiento respecto a la muestra inicial. De manera similar, Harikaran et al. [22], en su estudio evidenciaron que la misma proporción de azulejos ocasionó una reducción del 3.5% con referencia al concreto patrón; por otro lado, Ray et al. [4], en su estudio encontraron que la incorporación del 25% de azulejos cerámicos provocó una reducción del 20% en valor de asentamiento en comparación con el concreto control. En efecto, la incorporación de azulejos como agregado disminuyó el valor de asentamiento del concreto resultante debido a la alta porosidad y absorción de agua, la forma angular y la superficie rugosa del agregado cerámico.

Respecto al peso unitario del concreto; Vilas et al. [21], observaron que la adición del 30% de azulejos originó una reducción del 1.9% en comparación con el del concreto patrón; por su lado, Ray et al. [4], en su estudio informaron que cuando se incorporó el 25% de azulejos el peso unitario se redujo en un 0.33% en comparación con la mezcla control; además, Sabbrojjaman et al. [23], observaron que la adición del 20% de azulejos, el peso unitario disminuyó en un 3.17% con referencia al concreto ordinario. Esta disminución en el

peso unitario se atribuye a la naturaleza liviana del azulejo y los espacios vacíos que quedan atrapados en la matriz de cemento debido a la presencia de agregado de azulejo.

Para la determinación del contenido de aire, Revilla et al. [24], reflejaron que la incorporación del 25% de azulejos provocaron una reducción 21.88% respecto al concreto patrón; de otro modo, Babalola et al. [25], evidenciaron que la adición del 20% de residuos originó una reducción del 44.23% en el contenido de aire respecto a la muestra patrón; asimismo, Subramanian & Singh [26], indicaron en proporciones mayores al 30% de residuos generó una reducción del 25% en el contenido de aire respecto a la muestra inicial. Esto indica que los azulejos tienden a llenar los vacíos de aire dentro de la mezcla, mejorando así la densidad y posiblemente otras propiedades del concreto.

Entre tanto, en base a las propiedades mecánicas, Zhang et al. [27], señalan que la incorporación del 100% de azulejos mejoraron en un 15.5% la resistencia a compresión respecto al concreto tradicional; ahora bien, Babalola et al. [25], en su estudio reflejaron que la incorporación del 20% de azulejos ocasionaron un aumento del 16.99% en la resistencia con referencia a la muestra patrón; asimismo, (Alshahwany et al. [28], demostraron que la adición del 25% de azulejos permitió mejorar en un 3.7% la resistencia a compresión del concreto respecto a la muestra inicial; no obstante, Zhang et al. [29], demostraron que la misma proporción de azulejos provocó una reducción del 24.58% en la resistencia respecto a la muestra patrón. De manera similar, Wang et al. [30], en su estudio señalaron que proporciones mayores al 50% la resistencia se reduce en un 13.9% respecto al concreto patrón. En efecto, la incorporación de los azulejos puede mejorar las propiedades del concreto, especialmente su resistencia a compresión, de la que se sabe que el concreto carece en gran medida.

En base a la resistencia a flexión, Sabbrojjaman et al. [23], mostraron que la incorporación del 20% de azulejos tendió aumentar la resistencia en un 11.20% respecto al concreto patrón; asimismo, Revilla et al. [24], demostraron que la incorporación del 25% de azulejos originó una reducción del 2.08% en la resistencia respecto a la muestra inicial. De

manera similar, Kumar et al. [14], evidenciaron que la misma proporción de azulejos permitió mejorar en un 3% la resistencia del concreto en base a la muestra patrón; no obstante, Zhang et al. [27], en su estudio evidenciaron que al incorporar el 100% de azulejos incrementa en un 26.5% respecto al concreto patrón; asimismo, Omar et al. [10], en su estudio reflejaron que la incorporación del 60% de azulejos originó un aumento del 45% en comparación con la muestra control. En efecto, los azulejos tienen el potencial de usarse en estructuras de concreto en un cierto nivel de incorporación para lograr propiedades deseadas.

Para la prueba de resistencia a tracción, Zhang et al. [29], reflejaron que la adición del 15% de azulejos ocasionaron una mejora del 4.01% respecto a la muestra patrón; asimismo, Alshahwany et al. [28], mostraron que la incorporación del 25% de azulejos produjeron un incremento del 3.4% respecto al concreto convencional; igual modo, Babalola et al. [25], evidenciaron que la incorporación del 20% de azulejos provocó un aumento del 25% respecto a la muestra convencional; por otro lado, Revilla et al. [24], reflejaron que proporciones del 50% de azulejos generó una disminución del 12.5% en la resistencia respecto a la muestra inicial; sin embargo, Omar et al. [10], mostraron que la incorporación del 40% de azulejos originó un aumento del 21% respecto al concreto patrón. En efecto, la resistencia a la tracción se ve influenciada significativamente por la utilización de agregado cerámico en el concreto en comparación con el concreto convencional.

Referente al módulo de elasticidad, Revilla et al. [24], mostraron que la incorporación del 25% de azulejos ocasionó una reducción del 5% respecto a la muestra inicial. De manera similar, Sabbrojjaman et al. [23], corroboraron que la incorporación del 20% de azulejos originó una disminución del 12.3% respecto a la muestra control; no obstante, Omar et al. [10], reflejaron que la incorporación del 100% de azulejos por árido fino mejoró en un 26.9% el módulo elástico referente a la muestra convencional; al mismo tiempo, Li et al. [31], mostraron que la incorporación del 30% de azulejos provocó un aumento del 89.6% en el módulo elástico respecto a la muestra inicial. Por lo tanto, los residuos cerámicos pueden usarse potencialmente como reemplazo de agregados naturales en el concreto.

Entre tanto, en base a los ensayos microestructurales Agrawal et al. [32], identificaron los materiales de composición de fase para concreto con 15% de residuos, utilizando análisis por Espectroscopía de Dispersión de Energía (EDS). Encontraron la presencia de C y O con porcentajes de peso atómico de 41.10% y 41.15% para la mezcla. Además, observaron Ca y Si con cantidades de 4.37% y 4.00%; por su lado, (Oluwaseun et al. [33], realizaron un estudio del concreto con el 1% de los mismos residuos reportaron la presencia de 19.44% de carbono (C), 8.28% de oxígeno (O), 0.63% de silicio (Si), 49% de hierro (Fe), 14.04% de cloro (Cl) y 7.05% de níquel (Ni). De manera similar, Guo et al. [34], evaluaron las propiedades microestructurales del concreto que contenía 30% de residuos como sustituto del árido, encontrando carbono en un 25.68%, oxígeno en un 33.70%, sílice en un 10.74%, aluminio en un 2.59% y potasio en un 3.95%.

Zhang et al. [27], observaron que la micromorfología de las muestras de concreto con la incorporación del 100% de azulejo mostró una compactación mejorada en la interfaz entre el azulejo y la matriz de cemento, resultando en una estructura más uniforme y resistente; por otro lado, Ray et al. [4], reportaron una zona de transición más compacta y estrecha, así como la formación de productos hidratados como C-A-H, C-S-H y otros. Estos productos, debido a la reactividad puzolánica del agregado de azulejo, mejoraron la microestructura y, por ende, beneficiaron las propiedades mecánicas del concreto; además, Magbool [35], reflejó que la microestructura de la mezcla que contiene un 60% de azulejos no se distribuyó de manera uniforme sobre la pasta de cemento. En efecto, los azulejos en el concreto pueden tener efectos variados, influyendo de esta manera en las propiedades del material final.

Además, Muñoz et al. [36], mediante la difracción de rayos X, observaron la presencia de sílice, portlandita, hidrato de silicato de calcio (C-S-H), labradorita, dolomita, calcita, hatrurita, gehlenita y etringita. De manera similar, [37], identificaron como fases cristalinas albita, cuarzo, ortoclase y afthitalita, además de una fase amorfa; ahora bien, Silva et al. [38], a través del análisis de DRX del concreto con la incorporación del azulejo, mostraron una alta concentración de fases de carbonato, lo que indica que el residuo de concreto estaba

carbonatado. De igual modo, Li et al. [39], demostraron, mediante DRX, que el azulejo tiene la capacidad de favorecer la formación de gel de silicato de calcio hidratado (C-S-H) y etringita en la matriz de concreto, además, Vilas et al. [21], validaron una mayor resistencia del concreto a través de DRX. En efecto, estos hallazgos son fundamentales para entender cómo diferentes adiciones y procesos afectan la calidad y el rendimiento del concreto en diversas aplicaciones estructurales.

La justificación de esta investigación radica en varios aspectos clave. En el ámbito social, el uso de concreto con azulejos triturados como sustitución de la grava contribuye a mejorar la sostenibilidad de las construcciones, al tiempo que reduce los residuos sólidos de la industria de la construcción, promoviendo una gestión responsable de los desechos y elevando la calidad de las estructuras al incorporar materiales reciclados. Desde el punto de vista técnico, los azulejos triturados, al tener una composición cerámica dura, presentan un potencial significativo para modificar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, mejorando características como la resistencia a la compresión y la durabilidad, lo cual se validará a través de ensayos específicos. Esta investigación también tiene una justificación económica, ya que se espera que el uso de azulejos triturados, un material de desecho accesible y económico reduzca los costos de producción del concreto en comparación con el uso de grava, especialmente en zonas donde este recurso es limitado o costoso. Finalmente, desde el aspecto ambiental, el reciclaje de materiales cerámicos contribuye a disminuir el impacto ambiental de los residuos de construcción y apoya un modelo de economía circular que minimiza el consumo de recursos no renovables.

Por lo cual, se planteó el siguiente problema de investigación: ¿En qué medida influye el uso de azulejos triturados en proporciones del 25, 50, 75 y 100% como sustitución de la grava en las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto?

Además, se planteó como hipótesis que la adición de azulejos triturados en proporciones de 25, 50, 75 y 100% como sustitución de la grava mejora considerablemente las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto en comparación con un

concreto tradicional.

Ahora bien, esta investigación tiene como objetivo general evaluar el desempeño de las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto al incorporar azulejos triturados como sustitución de la grava en diferentes proporciones; desprendiéndose como objetivos específicos, analizar las características físicas de los azulejos triturados para identificar sus propiedades relevantes al ser utilizados en la mezcla de concreto; evaluar las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto patrón y del concreto modificado con azulejos triturados en proporciones de 25, 50, 75 y 100%; y determinar el porcentaje óptimo de azulejos triturados en el concreto..

## II. MATERIALES Y MÉTODO

La investigación es de **tipo aplicada**: Ahora bien, según Carter & Wheeler, definen que, la investigación utiliza teorías o técnicas existentes para comprender y resolver problemas específicos [40]. Por su lado, la investigación emplea un enfoque cuantitativo para relacionar variables [41]. Se probaron distintas mezclas en ensayos mecánicos y permeabilidad para establecer cuantitativamente el efecto combinado del PV y las FPLP en cada propiedad del elemento estructural.

De otro modo, el **diseño se considera experimental**. Al mismo tiempo, según Fávero & Belfiore, argumentan que, es un concepto que se utiliza para organizar, realizar e interpretar los resultados de los experimentos de manera eficiente, asegurándose de obtener la mayor cantidad de información útil posible mediante la realización de un pequeño número de ensayos [42].

### Materiales

#### Cemento Portland

En el presente estudio, se utilizó cemento Portland de uso común (Tipo I), comercializado en Perú, que fue adecuado para unir otros ingredientes y solidificar el concreto, asimismo, se tuvieron en cuenta las consideraciones descritas en la norma (ASTM C150 [43]).

#### Agregados

Se emplearon materiales granulares de la región de Lambayeque, Perú. El agregado grueso se obtuvo de la cantera Tres Tomas y el agregado fino de la cantera Pátapo - La Victoria. La Tabla 1 presenta las propiedades físicas de los áridos. El agregado fino se define como las partículas que pasan por un tamiz de 4.75 mm y quedan retenidas en un tamiz de 0.075 mm, mientras que el agregado grueso son las partículas retenidas en el tamiz de 4.75 mm. El azulejo triturado, con un tamaño nominal máximo de 19.05 mm, fue extraído de residuos de cerámica trituradas de acuerdo con los parámetros normativos ASTM C136 [44]. Para la preparación del concreto y posteriormente para el curado de las muestras

endurecidas, se utilizó agua potable extraída del laboratorio, considerando los requerimientos normativos ASTM C1602 [45].

**TABLA 1**  
**PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS ÁRIDOS**

<b>Propiedades</b>	<b>Unidad</b>	<b>Agregado Fino</b>	<b>Agregado Grueso</b>	<b>Azulejo Triturado</b>	<b>Normas</b>
Módulo de finura	-	2.7	-	-	ASTM C136 [44]
Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1569	1440	1316	ASTM C29 [46]
Peso unitario compactado húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1725	1456	1373	ASTM C29 [46]
Peso unitario suelto seco	kg/m <sup>3</sup>	1565	1437	1309	ASTM C29 [46]
Peso unitario compactado seco	kg/m <sup>3</sup>	1722	1453	1367	ASTM C29 [46]
Gravedad específica aparente	-	2.52	2.60	2.04	ASTM C128 [47]
Absorción	%	0.5	1.4	0.2	ASTM C127 [48]
Contenido de humedad	%	0.21	0.22	0.49	ASTM C566 [49]

Nota: se enumeran las propiedades físicas de los áridos con las normas ASTM correspondientes.

#### Azulejos triturados

La recolección de azulejo triturado resultó de la obtención de piezas cerámicas desechadas o sobrantes de obras, las cuales fueron limpiadas para eliminar adhesivos, pinturas y suciedad. Posteriormente, las piezas limpias se introdujeron en una trituradora de impacto para reducirlas a fragmentos cuyo diámetro se encuentra entre 1/4" y 1", como se muestra en la Fig. 1. La Tabla 2 muestra las propiedades químicas conforme a la Norma ASTM E1621 [50], los cuales se emplearon como sustituto del agregado en el concreto. Las pruebas se realizaron conforme al ensayo ICP - OES y la proporción general de sales, cloruros y sulfatos. Los elementos con mayor concentración son Aluminio (Al), Calcio (Ca),

Silicio (Si) y Sodio (Na), este comportamiento podría deberse a que estos elementos son componentes significativos de los residuos de cerámica. El análisis químico refleja la composición del propio azulejo triturado después del procesamiento.



**Fig. 1** Proceso de selección del azulejo - diámetro 1/4" – 1"

**TABLA II**

**COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AZULEJO TRITURADO**

<b>Parámetro (mg/kg)</b>	<b>LCM* (mg/kg)</b>	<b>RC (mg/kg)</b>
Plata – Ag	0.019	87.3358
Aluminio – Al	0.023	2948.403
Arsénico – As	0.005	1.1043
Boro – B	0.026	70.0992
Bario – Ba	0.004	37.0940
Calcio – Ca	0.124	5412.1369
Cadmio – Cd	0.002	6.1297
Cerio – Ce	0.005	8.7036
Cobalto – Co	0.004	1.4731
Cromo – Cr	0.005	48.3327
Cobre – Cu	0.004	21.8973
Hierro – Fe	0.028	994.8761
Potasio – K	0.051	502.0205
Litio – Li	0.001	8.1054
Magnesio – Mg	0.019	477.2331
Manganeso – Mn	0.003	48.1221
Molibdeno – Mo	0.002	1.1597

Sodio – Na	0.026	694.5445
Níquel – Ni	0.006	11.1871
Fósforo – P	0.024	288.0961
Plomo – Pb	0.004	9.0907
Azufre – S	0.091	377.1871
Selenio – Se	0.007	6.8877
Silicio – Si	0.104	1698.0098
Estaño – Sn	0.007	9.6659

Nota: Resultados de Análisis ICP-OES: LCM: Límite de Concentración Mínimo\*,  
RC: Residuos Cerámicos.

#### Mezclado, vaciado y curado

La determinación de las proporciones de los materiales para la muestra patrón y el concreto con azulejo como sustituto de la grava en proporciones del 25%, 50%, 75% y 100% se realizó bajo la norma ACI 211 [51]. La cantidad de agua, cemento y agregado fino se mantuvo constante para todos los diseños de mezclas. Se empleó cemento Portland de uso común, adecuado para combinarse con otros ingredientes y solidificar el concreto, cumpliendo con las especificaciones de la norma ASTM C150 [52].

La preparación de la mezcla se realizó en un ambiente controlado, donde cada procedimiento fue revisado minuciosamente. La mezcla fresca se colocó en cilindros de 150 x 300 mm para los ensayos de resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y resistencia a la tracción, resultando en un total de 135 probetas. Además, la mezcla se vertió en prismas de 530 x 150 x 150 mm para los ensayos de resistencia a la flexión, utilizando un total de 45 prismas. Las proporciones de los materiales se ajustaron según las propiedades específicas del agregado grueso y fino, garantizando la idoneidad de la mezcla para los ensayos programados. Los diseños de mezcla se pueden visualizar en la Tabla 3.

**TABLA III**  
**DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO PATRÓN Y MODIFICADO**

Diseño de Mezcla	Agua (m <sup>3</sup> )	Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	W/C	A. Grueso (Kg/m <sup>3</sup> )		A. Fino (Kg/m <sup>3</sup> )
				Piedra Natural	Azulejo	
DM-0	0.263	382	0.7	906	0	853
DM-01	0.263	382	0.7	680	227	853
DM-02	0.263	382	0.7	453	453	853
DM-03	0.263	382	0.7	227	680	853
DM-04	0.263	382	0.7	0	906	853

Nota: Diseños de mezclas enumerados, según porcentajes de adición de azulejos triturados.

En el presente estudio, la población de estudio está conformada por grupos o individuos que representan el conjunto total de elementos de interés para la investigación. Es sobre esta población que se selecciona la muestra, que se define como una parte representativa de la población de estudio, cumpliendo con criterios específicos relacionados con los objetivos del proyecto. En este caso, la muestra incluye dos tipos de concreto: el concreto patrón (Mc) y el concreto con adición de azulejos triturados, ambos sujetos a diferentes pruebas y análisis.

El muestreo es la estrategia utilizada para seleccionar la muestra de la población. En este estudio, se optó por un muestreo por juicio, el cual se basa en la selección deliberada de los elementos de la muestra de acuerdo con el objetivo del estudio. Este enfoque permite elegir los especímenes en función de las características relevantes para el análisis, considerando también las normativas sobre la cantidad de especímenes necesarios para los ensayos correspondientes.

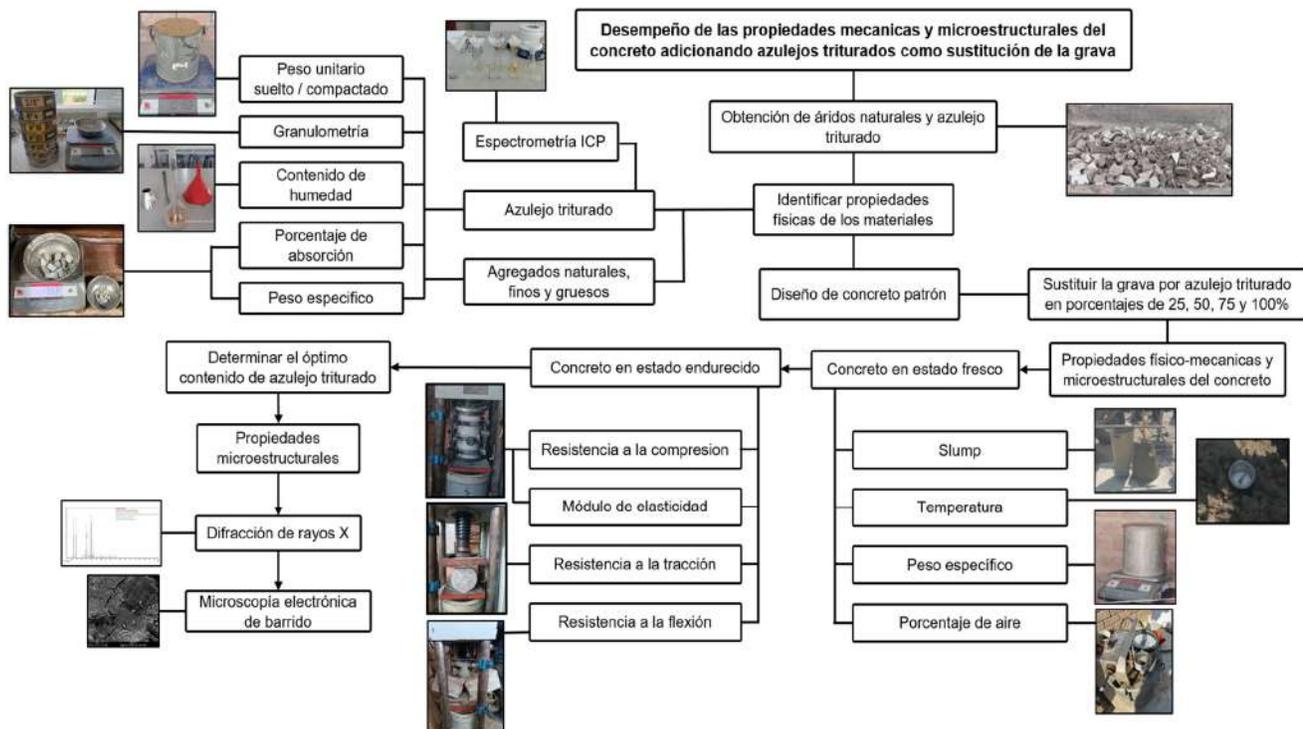
Los criterios de selección se centraron en las características específicas de los especímenes, que variaron según el tipo de prueba a realizar. Por ejemplo, para las pruebas de resistencia mecánica y permeabilidad del concreto, se seleccionaron especímenes que cumplieran con los requisitos necesarios para evaluar dichas propiedades. De esta manera, se aseguraron condiciones de validez para los ensayos y análisis posteriores.

En cuanto a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se utilizaron diversas

metodologías de ensayo para obtener resultados confiables. Las técnicas incluyeron ensayos de resistencia mecánica y pruebas de permeabilidad del concreto, mientras que los instrumentos involucraron equipos especializados de laboratorio para el análisis de agregados y máquinas de ensayo para la medición de las propiedades del concreto. Estos instrumentos y técnicas fueron seleccionados con base en normativas internacionales, garantizando la precisión y la exactitud de los resultados.

La validez y confiabilidad de los procedimientos y datos obtenidos se aseguró mediante la aplicación de las normas técnicas pertinentes, como las NTP (Normas Técnicas Peruanas) y ASTM (American Society for Testing and Materials). Estas normas proporcionan directrices claras para la realización de los ensayos y el análisis de los resultados. Además, se utilizó el coeficiente de Cronbach para validar la consistencia interna de los datos y asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio.

Finalmente, el procedimiento de análisis de datos se orientó a la interpretación de los resultados obtenidos a partir de las pruebas de resistencia mecánica y permeabilidad. Estos datos fueron analizados siguiendo los métodos establecidos en las normativas mencionadas, lo que permitió evaluar el comportamiento del concreto con azulejos triturados y compararlo con el concreto patrón, determinando así la influencia de la adición de este material en las propiedades del concreto.



**Fig. 2.** Diagrama de Flujo de Procesos

El Código del CIP establece normas éticas para ingenieros, promoviendo la integridad, protegiendo la comunidad y evitando conflictos de interés. En la investigación, los principios éticos de USS S.A.C. rigen cada fase del proceso científico según sus Artículos 5 y 6 del Código de Ética de la Universidad Señor de Sipán [53].

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

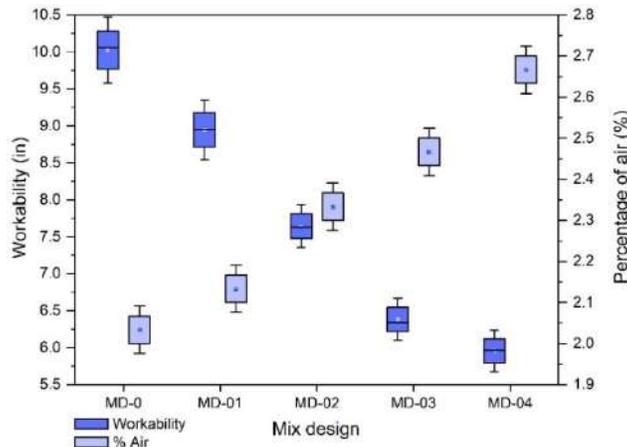
**OE1:** Al analizar las características físicas de la variable independiente tenemos:

**TABLA IV**  
**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AZULEJO TRITURADO**

Propiedades	Unidad	Azulejo Triturado	Normas
Módulo de finura	-	-	ASTM C136 [44]
Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1316	ASTM C29 [46]
Peso unitario compactado húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1373	ASTM C29 [46]
Peso unitario suelto seco	kg/m <sup>3</sup>	1309	ASTM C29 [46]
Peso unitario compactado seco	kg/m <sup>3</sup>	1367	ASTM C29 [46]
Gravedad específica aparente	-	2.04	ASTM C128 [47]
Absorción	%	0.2	ASTM C127 [48]
Contenido de humedad	%	0.49	ASTM C566 [49]

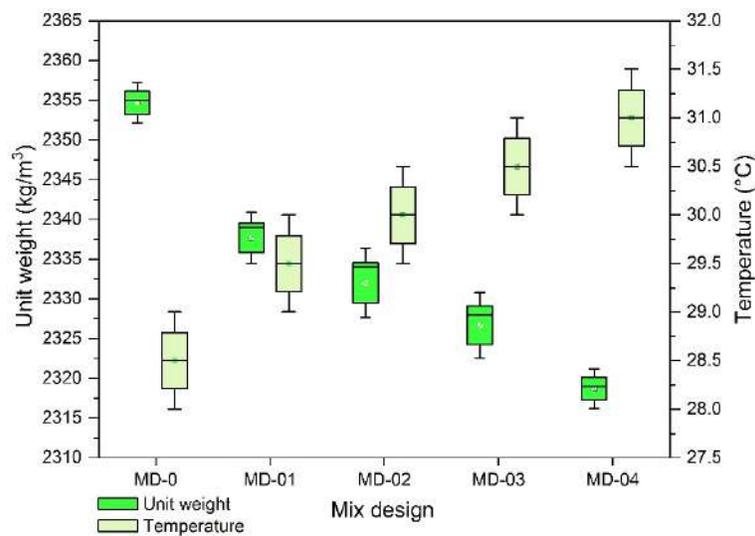
Nota: De la Tabla IV se presenta una caracterización de las propiedades físicas del azulejo triturado utilizado en la investigación, junto con las normas ASTM que regulan cada ensayo realizado. Estos valores permiten evaluar la viabilidad del azulejo triturado como material alternativo en el diseño de mezclas de concreto.

**OE2:** Al determinar las características de físicas y mecánicas del concreto tenemos:



**Fig. 3.** Variación de la trabajabilidad y contenido de aire en función de diferentes proporciones de Azulejo

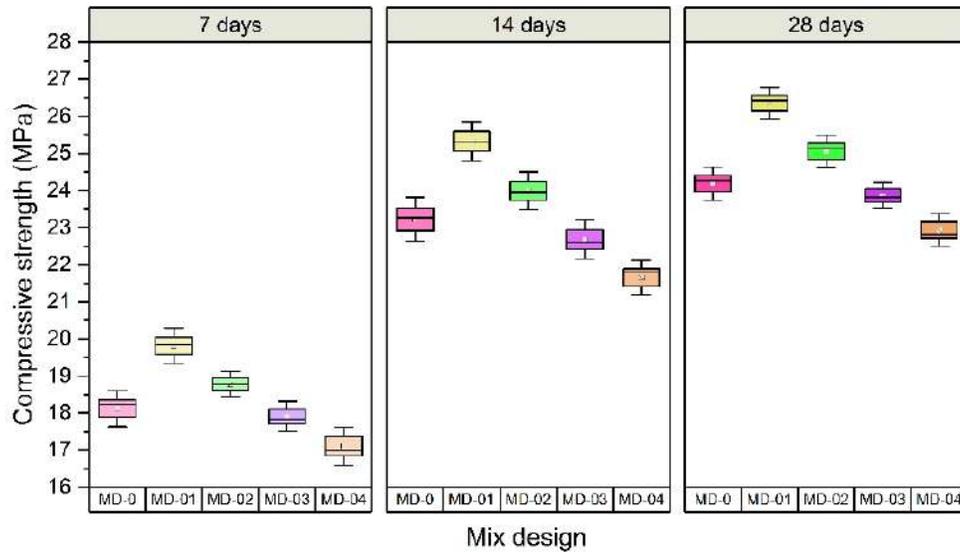
Nota: En la **Fig. 3** se observa que, en comparación con el concreto patrón, que presenta una trabajabilidad de 10.0 pulgadas y un contenido de aire de 2.0%, la trabajabilidad disminuye en un 10% con la incorporación del 25% de azulejo, en un 20% con el 50% de azulejo, en un 30% con el 75% de azulejo y en un 20% con el 100% de azulejo. En cuanto al contenido de aire, este aumenta en un 15% con el 25% de azulejo, en un 20% con el 50% de azulejo, en un 5% con el 75% de azulejo, y en un 35% con el 100% de azulejo. Estos resultados sugieren que la incorporación de azulejo incrementa la aireación y modifica la cohesión del concreto, afectando sus propiedades de manera sustancial.



**Fig. 4.** Variación del peso unitario y temperatura en función de diferentes proporciones de Azulejo

Nota: En la **Fig. 4**, se observa que el peso unitario del concreto disminuye progresivamente con el aumento de la proporción de azulejo. Comparado con la muestra patrón, la incorporación de un 25% de azulejo resulta en una reducción del 0.85%, con un 50% de azulejo se reduce en un 0.64%, con un 75% de azulejo la reducción es del 1.28%, y con un 100% de azulejo se refleja una reducción del 1.66% respecto a la muestra inicial. Por otro lado, la temperatura de la mezcla tiende a aumentar con mayores proporciones de azulejo. Con un 25% de azulejo se muestra un incremento de la temperatura de aproximadamente un 0.77%, con un 50% de azulejo se observa un incremento del 1.88%, con un 75% de azulejo

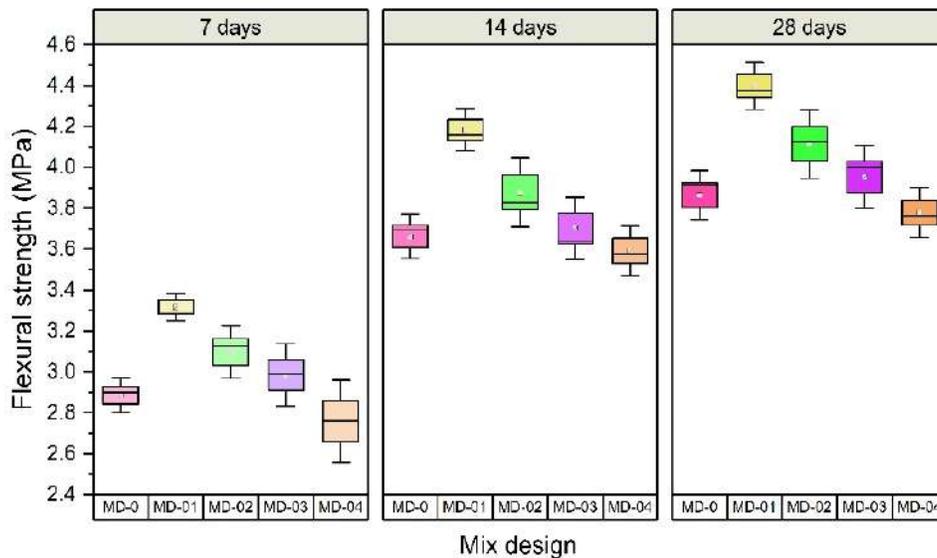
se refleja un incremento del 2.22%, y con un 100% de azulejo se evidencia un incremento del 2.55% respecto al concreto patrón. Estos resultados indican que la incorporación de azulejos reduce el peso unitario y aumenta la temperatura de la mezcla de concreto, lo cual podría estar relacionado con las propiedades físicas de los azulejos, como su densidad y conductividad térmica.



**Fig. 5.** Resistencia a la compresión del concreto en función a diferentes dosificaciones de azulejo

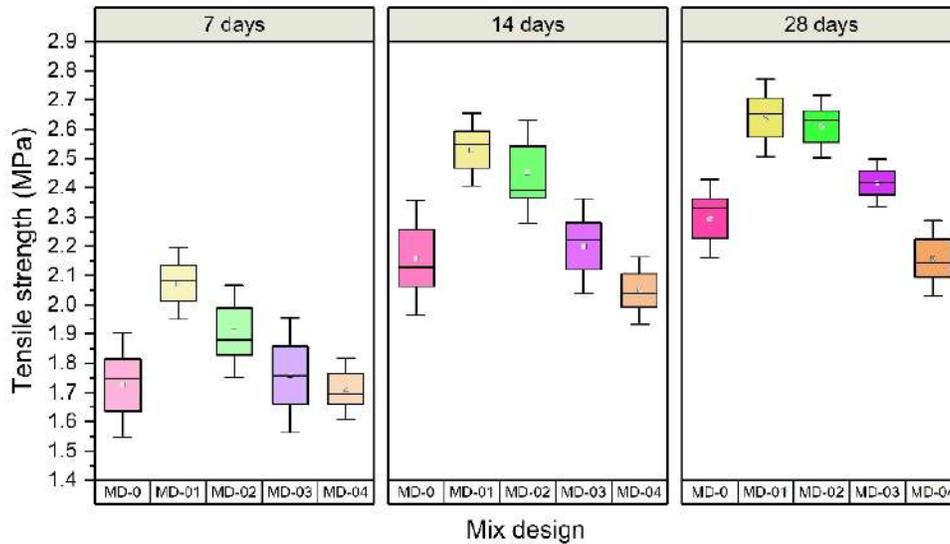
Nota: En la **Fig. 5** muestra que el concreto con un 25% de sustitución de azulejo a los 28 días, alcanza una resistencia promedio de 26.01 MPa, lo que representa un incremento del 8.15% en comparación con la resistencia promedio del concreto patrón que es de 24.05 MPa. En contraste, el concreto con un 50% de sustitución de azulejo muestra una resistencia promedio de 25.34 MPa, lo que equivale a una reducción del 3.68% respecto al concreto patrón. Para el concreto con un 75% de sustitución la resistencia promedio es de 24.35 MPa, indicando una disminución del 10.41% en comparación con la muestra patrón. Además, el concreto con un 100% de sustitución de azulejo presenta una resistencia promedio de 22.93 MPa, reflejando una disminución del 15.19% respecto al concreto patrón. En efecto, aunque la sustitución parcial de azulejo puede mejorar la resistencia en ciertas proporciones, un aumento excesivo en el porcentaje de sustitución parece afectar negativamente la resistencia

del concreto, probablemente debido a problemas en la cohesión y en la integración del azulejo con la matriz de cemento.



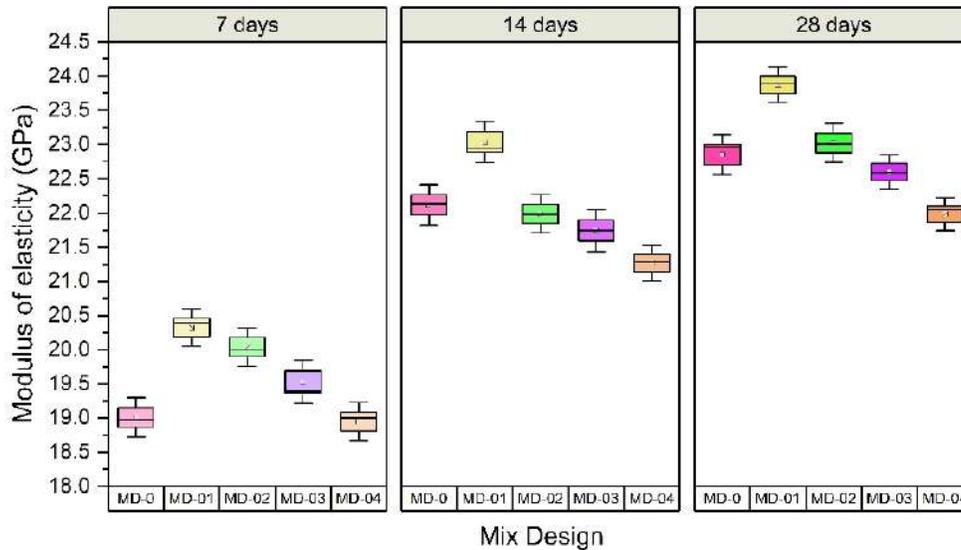
**Fig. 6.** Resistencia a la flexión del concreto en función a diferentes dosificaciones de azulejo

Nota: En la **Fig. 6** revela que el concreto con un 25% de sustitución de azulejo a los 28 días, presenta una resistencia promedio a flexión de 4.12 MPa. Este valor es un 4.52% superior al promedio del concreto patrón, que es de 3.93 MPa. Por otro lado, el concreto con un 50% de sustitución de azulejo alcanza una resistencia promedio de 4.12 MPa, mostrando una ligera reducción del 0.56% en comparación con el patrón. Al analizar el concreto con un 75% de sustitución se observa que la resistencia promedio es de 3.87 MPa, reflejando una disminución del 1.28% respecto al concreto patrón. En cuanto al concreto con un 100% de sustitución de azulejo la resistencia promedio es de 3.77 MPa, lo que indica una reducción del 4.05% en relación con la muestra patrón. Estos resultados sugieren que, aunque el concreto con ciertas proporciones de sustitución de azulejo puede mejorar su resistencia a flexión, a partir de un 75% de sustitución, se empieza a observar una disminución en el rendimiento comparado con el concreto patrón.



**Fig. 7.** Resistencia a la tracción del concreto en función a diferentes dosificaciones de azulejo.

Nota: En la **Fig. 7.** indica que el concreto con un 25% de sustitución de azulejo alcanza una resistencia promedio a tracción de 2.65 MPa a los 28 días. Este valor representa un incremento del 13.73% en comparación con la resistencia promedio del concreto patrón que es de 2.33 MPa. En contraste, el concreto con un 50% de sustitución de azulejo presenta una resistencia promedio de 2.51 MPa, lo que corresponde a una ligera disminución del 6.22% respecto al patrón. A su vez, el concreto con un 75% de sustitución muestra una resistencia promedio de 2.49 MPa, indicando una reducción del 7.16% en comparación con la muestra patrón. En el caso del concreto con un 100% de sustitución de azulejo la resistencia promedio se sitúa en 2.14 MPa, reflejando una disminución del 8.12% respecto al concreto patrón. En efecto, mientras que una sustitución de hasta el 25% de azulejo puede mejorar la resistencia a tracción, mayores porcentajes de sustitución tienden a reducir esta propiedad en comparación con el concreto original.

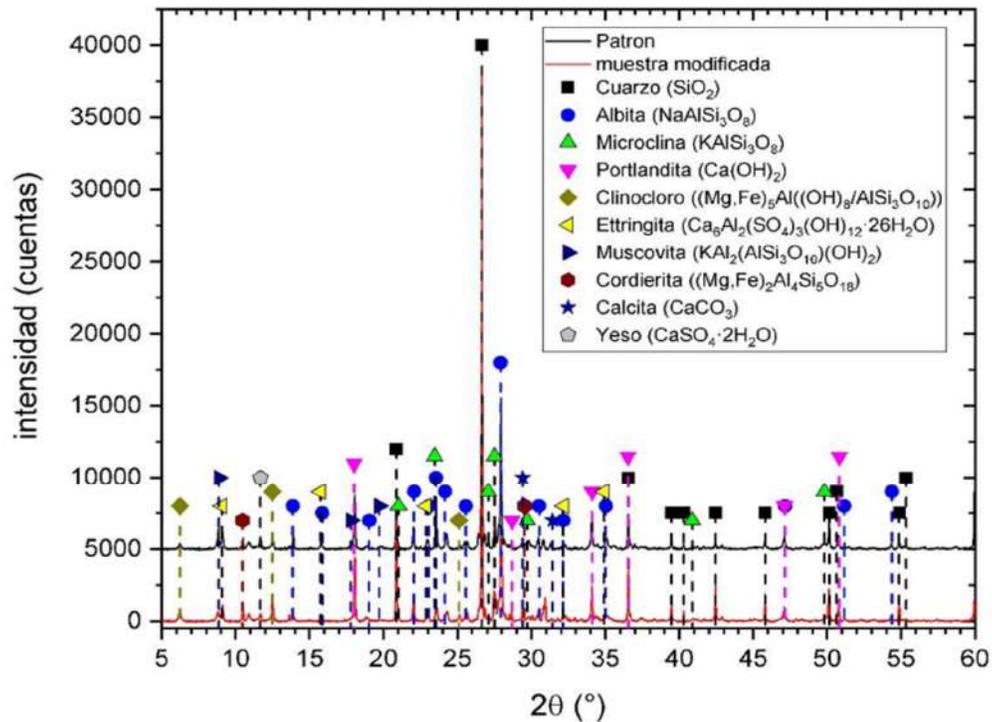


**Fig. 8.** Módulo de elasticidad del concreto en función a diferentes dosificaciones de azulejo

Nota: En la **Fig. 8** evidencia que el concreto con un 25% de sustitución de azulejo alcanza un módulo de elasticidad promedio de 23.64 MPa a los 28 días. Este valor refleja un incremento del 4.77% en comparación con el módulo de elasticidad promedio del concreto patrón que es de 22.56 MPa. A diferencia de esto, el concreto con un 50% de sustitución de azulejo muestra un módulo de elasticidad promedio de 23.28 MPa, lo que representa una mejora del 3.21% respecto al patrón. En contraste, el concreto con un 75% de sustitución presenta un módulo de elasticidad promedio de 22.59 MPa, indicando una ligera disminución del 0.09% en comparación con la muestra patrón. Además, el concreto con un 100% de sustitución de azulejo tiene un módulo de elasticidad promedio de 22.04 MPa, lo que significa una reducción del 2.30% respecto al concreto patrón. En efecto, aunque un porcentaje de sustitución de hasta el 25% de azulejo puede aumentar el módulo de elasticidad, porcentajes mayores tienden a reducir esta propiedad en comparación con el concreto original.

## Características Microestructurales

### Difracción de Rayos X



**Fig. 9.** Difractograma de rayos X de la muestra y las fases cristalinas identificadas

Nota: En la **Fig. 9** se muestran los resultados del análisis por difracción de rayos X (XRD) para el concreto con un 25% de azulejos triturados como sustitución del agregado grueso. Los principales componentes cristalinos identificados en este concreto se resumen en la Tabla 5. Se observa que la concentración en porcentaje en peso (wt%) de los diferentes componentes cristalinos es la siguiente: cuarzo en un 34.5%, albita en un 18.3%, microclina en un 8.8%, muscovita en un 5.8%, clinocloro en un 4.4%, portlandita en un 3.1%, ettringita en un 2.0%, calcita en un 1.3%, cordierita en un 1.2% y yeso en un 0.4%. Además, se observa una fase amorfa con una concentración del 20.2%

**TABLA v**

CONCENTRACIÓN DE FASES CRISTALINAS EN LA MUESTRA

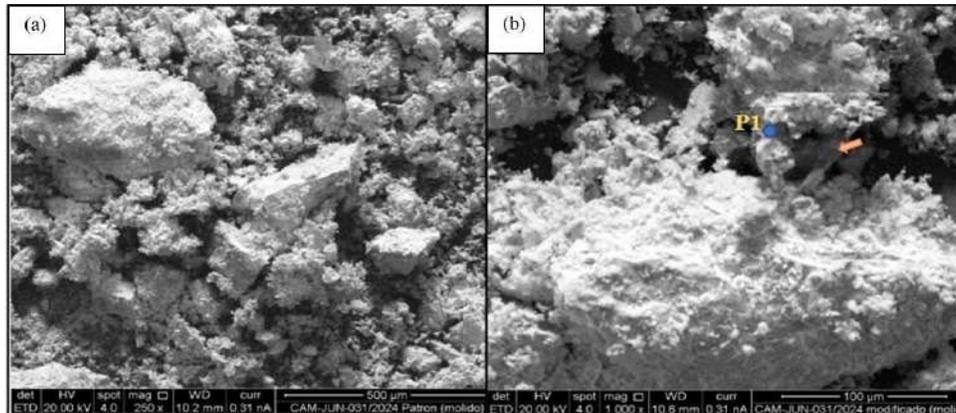
Fase Cristalina	Fórmula	Según # de la Base de Datos	Concentración (wt%)
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	46-1045	34.5
Albita	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	84-0752	18.3
Microclina	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	77-0135	8.8
Muscovita	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	78-1928	5.8
Clinocloro	(Mg,Fe) <sub>5</sub> Al((OH) <sub>8</sub> /AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )	79-1270	4.4
Portlandita	Ca(OH) <sub>2</sub>	44-1481	3.1
Ettringita	Ca <sub>6</sub> Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>12</sub> ·26H <sub>2</sub> O	72-0646	2.0
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	05-0586	1.3
Cordierita	(Mg,Fe) <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>18</sub>	77-0293	1.2
Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	76-1746	0.4
Amorfo	---	---	20.2

Nota: La Tabla V muestra de fases cristalinas para muestra.

### Caracterización mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) y EDS

Para maximizar la información visual que se puede apreciar en las imágenes SEM, hemos optado por mostrar imágenes combinadas, que superponen las señales del detector de electrones retrodispersados con las del detector de electrones secundarios en una sola imagen. De esta manera, se pueden observar tanto características morfológicas (electrones secundarios) como composicionales (electrones retrodispersados). En **Fig. 10. (a)** muestra algunos espectros EDS correspondientes al concreto convencional observada a 250x con una escala de 500 μm, asimismo, se puede notar una textura superficial heterogénea con la presencia de agregados grandes y pequeños, así como poros y fracturas visibles que indican una estructura relativamente porosa. En contraste, **Fig. 10. (b)** correspondientes al concreto modificado con azulejos triturados y observada a 1000x con una escala de 100 μm, revela

una superficie más homogénea y una distribución más uniforme de partículas finas. La interfase entre los azulejos triturados y la matriz de cemento muestra una integración potencialmente mejorada, con menor porosidad (flecha naranja), así como una de varias características de apariencia cristalina (P1). La Tabla 6 muestra los resultados del análisis elemental por EDS del área total de la imagen y P1.



**Fig. 10.** (a) Micrografía 250x de un fragmento de concreto patrón, (b) micrografía 1000x de un fragmento de concreto modificado con azulejo triturado

**TABLA VI**

**COMPOSICIÓN MEDIDA POR EDS EN EL CONCRETO PATRÓN Y MODIFICADO**

Elemento químico	Área Total		P1	
	wt%	at%	wt%	at%
C	6.46	11.04	16.71	25.95
O	47.13	60.49	44.82	52.25
Na	1.43	1.27	1.46	1.19
Mg	1.23	1.04	1.16	0.89
Al	4.80	3.65	4.05	2.80
Si	13.80	10.09	12.59	8.36
S	0.43	0.28	0.33	0.19
K	1.45	0.76	1.15	0.55

Ca	19.40	9.94	14.35	6.68
Ti	0.23	0.10	0.17	0.07
Fe	3.64	1.34	3.21	1.07

Nota: se muestran los elementos químicos y sus porcentajes de concentración según concreto patrón y concreto modificado óptimo.

### 3.2. Discusiones

Con relación al primer objetivo los resultados obtenidos muestran que el azulejo triturado presenta una alta densidad y baja absorción, lo que sugiere que podría afectar la trabajabilidad y la densidad del concreto. Su gravedad específica de 2.04 y bajo contenido de humedad indican que el material podría mejorar la durabilidad del concreto al evitar la absorción excesiva de agua. Sin embargo, su impacto en la cohesión y resistencia del concreto debe ser evaluado más a fondo, dado que su composición cerámica podría alterar la microestructura de la mezcla. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos de Kumar et al. [14]; quienes que destacan tanto los beneficios como las limitaciones del uso de residuos cerámicos en la construcción.

Con respecto al segundo objetivo los resultados En la Fig. 3 se observa que la trabajabilidad del concreto disminuye con la incorporación de azulejos triturados, reduciéndose un 10% con el 25%, un 20% con el 50%, un 30% con el 75%, y un 20% con el 100%. Al mismo tiempo, el contenido de aire aumenta en un 15% con el 25%, un 20% con el 50%, un 5% con el 75%, y un 35% con el 100%. Estos resultados coinciden con estudios previos, con lo obtenido por Vilas et al. [21] y Ray et al. [4] quienes también observaron una disminución en el asentamiento debido a la alta porosidad y superficie rugosa de los azulejos. Sin embargo, difieren de lo encontrado por Revilla et al. [24], y otros estudios que reportaron una reducción en el contenido de aire, sugiriendo que la incorporación de azulejos puede afectar la densidad y otras propiedades del concreto.

En la Fig. 4, se observa que el peso unitario del concreto disminuye a medida que aumenta la proporción de azulejos triturados, con una reducción del 0.85% al incorporar un

25%, un 0.64% con un 50%, un 1.28% con un 75%, y un 1.66% con un 100%. Además, la temperatura de la mezcla aumenta progresivamente con mayores proporciones de azulejos, alcanzando un incremento del 0.77% con un 25%, un 1.88% con un 50%, un 2.22% con un 75%, y un 2.55% con un 100%. Estos resultados coinciden con estudios previos, como los de Vilas et al. [21] y Ray et al. [4], que reportaron una reducción del peso unitario debido a la menor densidad y mayor porosidad de los azulejos. Sin embargo, nuestros resultados sobre el incremento de temperatura contrastan con los de Harikaran et al. [22], sugiriendo que la conductividad térmica de los azulejos podría ser la causa del aumento observado.

La Fig. 5 muestra que el concreto con un 25% de sustitución de azulejo alcanza una resistencia promedio de 26.01 MPa, un incremento del 8.15% respecto al concreto patrón. Sin embargo, con un 50% de sustitución, la resistencia baja a 25.34 MPa (-3.68%), y con un 100% de azulejo, se reduce a 22.93 MPa (-15.19%). Esto sugiere que un 25% de sustitución es el valor óptimo para mantener la resistencia. En comparación con estudios previos, Zhang et al. [27] reportaron una mejora del 15.5% con el 100% de azulejos, mientras que Babalola et al. [25] observaron un incremento del 16.99% con el 20%. En cuanto a la resistencia a la flexión (Fig. 6), el concreto con un 25% de azulejos muestra un incremento del 4.52%, similar a lo que reportaron Sabbrojjaman et al. [23], pero a partir del 75%, la resistencia disminuye, lo cual es consistente con los hallazgos de Revilla et al. [24]. Para la resistencia a la tracción (Fig. 7), el 25% de azulejos incrementa la resistencia en un 13.73%, en línea con los resultados de Zhang et al. [27], pero mayores porcentajes reducen esta propiedad. En el caso del módulo de elasticidad (Fig. 8), el concreto con un 25% de azulejos muestra un aumento del 4.77%, pero disminuye a medida que aumenta la proporción de azulejos, lo cual difiere de los hallazgos de Omar et al. [10], quienes reportaron una mejora del 26.9% con el 100% de azulejos.

En la Fig. 9 se presentan los resultados del análisis por difracción de rayos X (XRD) del concreto con un 2% de azulejos triturados como sustitución del agregado grueso. Los principales componentes cristalinos identificados se resumen en la Tabla 5, destacando una

concentración de cuarzo (34.5%), albita (18.3%) y microclina (8.8%), entre otros. Se observó también una fase amorfa de 20.2%. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de Muñoz et al. [36], quienes identificaron cuarzo, albita y otras fases cristalinas, indicando que estos minerales tienen un papel clave en la resistencia del concreto. Además, estudios previos como el de Muñoz et al. [37] también señalaron la presencia predominante de sílice y una fase amorfa, lo que sugiere que la combinación de sílice cristalina y fases amorfas podría mejorar la durabilidad del concreto. Este análisis refuerza la importancia de las fases cristalinas menos reactivas y la fase amorfa en el desempeño estructural del concreto.

Las imágenes SEM en la Fig. 10(a) muestran el concreto convencional, con una textura heterogénea, mientras que la Fig. 10(b) muestra el concreto modificado con azulejos triturados, con una superficie más homogénea y mejor integración de los azulejos con la matriz de cemento. El análisis elemental por EDS revela una composición química similar a la observada por Agrawal et al. [32], quienes también encontraron Ca, O y Si en su estudio de concreto con residuos. En este caso, el análisis indica una mejora en la distribución de partículas finas y menor porosidad, lo cual es consistente con Zhang et al. [27], quienes destacaron una mejor compactación en la interfaz azulejo-cemento. Estos resultados sugieren que la inclusión de azulejos triturados mejora la uniformidad de la estructura, aunque la proporción y tipo de azulejo utilizado puede influir en la calidad final del concreto.

Con respecto al tercer objetivo los resultados indicaron el óptimo al sustituir el 25% del agregado con azulejo triturado, se observó un aumento del 8.15% en la resistencia a compresión, un incremento del 4.52% en la resistencia a flexión y un aumento del 13.73% en la resistencia a tracción. Asimismo, el módulo de elasticidad presentó una mejora del 4.77%. Estos resultados son consistentes con los estudios de Sivakumar et al. [12], quienes destacaron que la incorporación de azulejos triturados en la construcción representa una opción sostenible, ya que estos materiales poseen propiedades únicas que pueden mejorar tanto el rendimiento como la durabilidad de las estructuras de concreto.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

El análisis físico de los azulejos triturados revela que presentan una alta densidad y baja absorción de agua, lo que podría mejorar la durabilidad del concreto al reducir la absorción excesiva de agua. Sin embargo, su composición cerámica, especialmente su estructura rugosa, podría afectar la cohesión y la microestructura de la mezcla de concreto, lo que requiere una evaluación más profunda de su impacto en la resistencia y la trabajabilidad del material.

La incorporación de azulejos triturados en el concreto mejora algunas propiedades mecánicas, como la resistencia a compresión, flexión y tracción, hasta un 25% de sustitución, pero reduce estas propiedades cuando se superan estos porcentajes. El análisis por difracción de rayos X (XRD) y SEM muestra una mejor integración entre los azulejos triturados y la matriz de cemento, lo que mejora la microestructura, pero mayores proporciones de azulejos afectan la trabajabilidad y la densidad del concreto.

El 25% de sustitución de agregados por azulejos triturados es el porcentaje óptimo para mejorar las propiedades mecánicas del concreto sin comprometer su rendimiento estructural. Sin embargo, al superar este porcentaje, se observa una disminución en la resistencia a compresión, flexión y tracción, lo que sugiere que el uso excesivo de azulejos puede afectar negativamente la calidad del concreto.

### **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda realizar más estudios sobre la influencia de las propiedades físicas del azulejo triturado en la cohesión del concreto, especialmente en su interacción con otros materiales en la mezcla, para optimizar su uso en la construcción sin afectar la calidad de la mezcla.

Se sugiere utilizar hasta un 25% de azulejos triturados en la mezcla de concreto para lograr un balance adecuado entre mejora en la resistencia mecánica y preservación de la trabajabilidad. Para proporciones mayores, sería prudente evaluar el comportamiento del

concreto a largo plazo y su capacidad para resistir cargas estructurales.

El 25% de sustitución de azulejos triturados es el porcentaje óptimo para la mezcla de concreto, por lo que se recomienda su uso en proyectos de construcción para mejorar la sostenibilidad y el desempeño del material. En futuras investigaciones, se debe analizar más detalladamente la influencia de otros factores, como la granulometría de los azulejos y su interacción con otros aditivos, para afinar las proporciones más adecuadas.

## REFERENCIAS

- [1] K. Manikandan, P. Nanthakumar, M. Balachandar, D. Gowri and G. Vijayakumari, "Partial replacement of aggregate with ceramic tile in concrete," *Materials Today: Proceedings*, 2023.
- [2] D. Daneshvar, A. Behnood and A. Robisson, "Interfacial bond in concrete-to-concrete composites: A review," *Construction and Building Materials*, vol. 359, p. 129195, 2022.
- [3] L. Díaz, L. Altamirano and S. Muñoz, "USE OF LIGHTWEIGHT MATERIALS FOR THE PRODUCTION OF LOW-DENSITY CONCRETE: A LITERARY REVIEW," *Revista Hábitat Sustentable*, vol. 12, no. 1, pp. 90-101, 2022.
- [4] S. Ray, M. Haque, N. Sakib, A. Ferdous, M. Rahman and B. Tanmoy, "Use of ceramic wastes as aggregates in concrete production: A review," *Journal of Building Engineering*, vol. 43, p. 102567, 2021.
- [5] A. Aslani, C. Hachem and R. Zahedi, "Environmental impact assessment and potentials of material efficiency using by-products and waste materials," *Construction and Building Materials*, vol. 378, p. 131197, 2023.
- [6] A. Adesina, "Recent advances in the concrete industry to reduce its carbon dioxide emissions," *Environmental Challenges*, vol. 1, p. 100004, 2020.
- [7] D. Grebenkov, "Depletion of resources by a population of diffusing species," *Physical Review E*, vol. 105, no. 5, p. 054402, 2022.
- [8] M. Bendixen, L. Iversen, J. Best, D. Franks, C. Hackney, E. Latrubesse and L. Tusting, "Sand, gravel, and UN Sustainable Development Goals: Conflicts, synergies, and pathways forward," *One Earth*, vol. 4, no. 8, pp. 1095-1111, 2021.
- [9] J. Nilimaa, "Smart materials and technologies for sustainable concrete

- construction," *Developments in the Built Environment*, vol. 15, p. 100177, 2023.
- [10] A. Omar, K. Muthusamy, A. Albshir, M. Ashraf, G. Jokhio and R. Jose, "A review on the utilization of ceramic tile waste as cement and aggregates replacement in cement based composite and a bibliometric assessment," *Cleaner Engineering and Technology*, vol. 17, p. 100699, 2023.
- [11] M. Collivignarelli, A. Abbà, M. Carnevale, G. Cillari and P. Ricciardi, "A review on alternative binders, admixtures and water for the production of sustainable concrete," *Journal of Cleaner Production*, vol. 295, p. 126408, 2021.
- [12] A. Sivakumar, S. Srividhya, V. Sathiyamoorthy, M. Seenivasan and M. Subbarayan, "Impact of waste ceramic tiles as partial replacement of fine and coarse aggregate in concrete," *Materials Today: Proceedings*, vol. 61, no. Part 2, pp. 224-231, 2022.
- [13] T. Tazmeen and F. Qayoom, "Sustainability through materials: A review of green options in construction," *Results in Surfaces and Interfaces*, vol. 14, p. 100206, 2024.
- [14] R. Kumar, V. Agarwal, R. Gupta, K. Rathore and P. Somani, "Optimum utilization of ceramic tile waste for enhancing concrete properties," *Materials Today: Proceedings*, vol. 49, no. Part 5, pp. 1769-1775, 2022.
- [15] N. Hoang, T. Ishigaki, R. Kubota, Y. Masato and K. Kawamoto, "A review of construction and demolition waste management in Southeast Asia," *Journal of Material Cycles and Waste Management*, vol. 22, p. 315–325, 2020.
- [16] K. Nunes and C. Mahler, "Comparison of construction and demolition waste management between Brazil, European Union and USA," *Waste Manag Res*, vol. 38, no. 4, pp. 415-422, 2020.
- [17] A. Waterkemper, L. Savi, A. Demarch, D. Pasini, S. Pereira, S. Arcaro, M. Ribeiro and E. Angioletto, "Life cycle assessment in the ceramic tile industry: a

- review," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 23, pp. 3904-3915, 2023.
- [18] A. De Noni, S. Betta, P. Henrique and R. Ramos, "Microstructure-oriented porcelain stoneware tile composition design," *Ceramics International*, vol. 49, no. 14 Part B, pp. 24558-24565, 2023.
- [19] W. Ochen, F. Mutonyi, B. Oruru and P. Wilberforce, "Physical and mechanical properties of porcelain tiles made from raw materials in Uganda," *Results in Materials*, vol. 11, p. 100195, 2021.
- [20] P. Sondarva, J. Pitroda, R. Gujar and J. Soni, "An Experimental Investigation on the Strength Properties of Ceramic Tiles Waste Powder based Bacterial Concrete," *Materials Today: Proceedings*, vol. 62, no. Part 13, pp. 7062-7067, 2022.
- [21] R. Vilas, J. Kumar, H. Singh and A. Singh, "Use of waste ceramics to produce sustainable concrete: A review," *Cleaner Materials*, vol. 4, p. 100085, 2022.
- [22] M. Harikaran, S. Boopathi, M. Rajkannan and S. Gokulakannan, "Impact analysis of ceramic tile powder aggregates on self-compacting concrete," *Engineering Research Express*, vol. 5, p. 025069, 2023.
- [23] Sabbrojjaman, Y. Liu and T. Tafsirojjaman, "A comparative review on the utilisation of recycled waste glass, ceramic and rubber as fine aggregate on high performance concrete: Mechanical and durability properties," *Developments in the Built Environment*, vol. 17, p. 100371, 2024.
- [24] V. Revilla, V. Ortega, M. Skaf and J. Manso, "Effect of fine recycled concrete aggregate on the mechanical behavior of self-compacting concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 263, p. 120671, 2020.
- [25] O. Babalola, P. Awoyera, M. Tran, D. Le, O. Olalusi, A. Vilorio and D.

- Ovallos, "Mechanical and durability properties of recycled aggregate concrete with ternary binder system and optimized mix proportion," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 9, no. 3, pp. 6521-6532, 2020.
- [26] K. Subramanian and S. Singh, "Durability studies on recycled fine aggregate concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 250, p. 118850, 2020.
- [27] L. Zhang, H. Shen, K. Xu, W. Huang, Y. Wang, M. Chen and B. Han, "Effect of ceramic waste tile as a fine aggregate on the mechanical properties of low-carbon ultrahigh performance concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 370, p. 130595, 2023.
- [28] R. Alshahwany, M. Abdulkareem and R. Shlla, "Influence of Ceramic Wastes as a Recycled Coarse Aggregate with Different Maximum Sizes on the Concrete," *THE OPEN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 2024.
- [29] P. Zhang, P. Zhang, J. Wu, G. Yong and Y. Zheng, "Mechanical Properties and Durability of Sustainable Concrete Manufactured Using Ceramic Waste: A Review," *Journal of Renewable Materials*, vol. 11, no. 2, pp. 937-974, 2023.
- [30] Wang, Yumei, J. Wang, Z. Deng and J. Xiao, "Studying Thermal and Mechanical Properties of Recycled Concrete by Using Ceramic Aggregate," *Sustainability*, vol. 15, no. 3, p. 2642, 2023.
- [31] Q. Li, P. Liu, M. Wang and H. Xia, "Effects of elevated temperature on the mechanical properties of concrete with aggregate of waste porcelain tile," *Journal of Building Engineering*, vol. 64, p. 105585, 2023.
- [32] D. Agrawal, U. Waghe, K. Ansari, R. Dighade, M. Amran, D. N. Qader and R. Fediuk, "Experimental effect of pre-treatment of rubber fibers on mechanical properties of rubberized concrete," *Journal of Materials Research and*

- Technology*, vol. 23, pp. 791-807, 2023.
- [33] A. Oluwaseun , W. Kehinde, E. Rotimi and J. Musyoka, "Influence of partial substitution of sand with crumb rubber on the microstructural and mechanical properties of concrete in Pretoria, South Africa," *International Journal of Environment and Waste Management*, vol. 24, no. 1, pp. 39 - 60, 2020.
- [34] J. Guo, M. Huang, S. Huang and S. Wang, "An Experimental Study on Mechanical and Thermal Insulation Properties of Rubberized Concrete Including Its Microstructure," *Applied Sciences*, vol. 9, no. 14, 2020.
- [35] H. Magbool, "Utilisation of ceramic waste aggregate and its effect on Eco-friendly concrete: A review," *Journal of Building Engineering*, vol. 47, p. 103815, 2022.
- [36] S. Muñoz, J. Santisteban, S. Castillo and J. García, "Glass fiber reinforced concrete: overview of mechanical and microstructural analysis," *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 9, no. 4, pp. 2-14, 2024.
- [37] P. Muñoz, S. Charca, L. Villena, J. Leiva, S. Gonzales, E. Rodriguez, F. Aparicio and O. Coronado, "Influence of rice husk ash (RHA) with gypsum and ichu fibers in the processing of geopolymers," *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 8, no. 211, pp. 2-24, 2023.
- [38] S. Silva, B. Nahime, E. Lima, J. Akasaki and I. Reis, "XRD investigation of cement pastes incorporating concrete floor polishing waste," *Cerâmica*, vol. 66, no. 380, 2020.
- [39] X. Li, B. Tian, Y. Lv, C. Zhang, D. Jiang, J. Xu, C. He, S. Jian, K. Wu and X. Deng, "Ultra-high performance concrete prepared with ceramic polishing waste: Hydration, microstructure and mechanical property," *Powder Technology*, vol. 424, p. 118567, 2023.
- [40] S. Carter y J. Wheeler, «Background of social validity,» *The Social*

*Validity Manual*, pp. 1-19, 2019.

- [41] V. Profillidis and G. Botzoris, "Methods of Modeling Transport Demand," *Modeling of Transport Demand*, pp. 89-123, 2019.
- [42] L. Favero and P. Belfiore, "Design and Analysis of Experiments," *Data Science for Business and Decision*, p. 935–939, 2019.
- [43] ASTM C150, "Standard Specification for Portland Cement," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2022.
- [44] ASTM C136, "Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020.
- [45] ASTM C1602, "Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2022.
- [46] ASTM C29, "Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2023.
- [47] ASTM C128, "Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2023.
- [48] ASTM C127, "Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2016.
- [49] ASTM C566, "Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying," ASTM International, West Conshohocken, PA, 2019.
- [50] ASTM E1621, "Standard Guide for X-Ray Emission Spectrometric Analysis," 2017.
- [51] ACI Committee 211, "Standard Practice for Selecting Proportions for

Normal, Heavyweight, and Mass Concrete," American Concrete, Estados Unidos, 2007.

- [52] ASTM C150, "Standard Specification for Portland Cement," ASTM International, 2022.
- [53] Código de Ética de la Universidad Señor de Sipán, "RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 058-2023/PD-USS," Chiclayo, 2023.
- [54] J. Chen, W. Li, R. Shibasaki and H. Zhang, "Improvement of an online ride-hailing system based on empirical GPS data," *Handbook of Mobility Data Mining*, pp. 23-61, 2023.
- [55] K. Nguyen, C. Resweber and S. Karhadkar, "Study population: Who and why them?," *Translational Surgery*, pp. 121-125, 2023.
- [56] M. Mohit and Y. Sharifi, "Thermal and microstructure properties of cement mortar containing ceramic waste powder as alternative cementitious materials," *Construction and Building Materials*, vol. 223, pp. 643-656, 2020.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Acta de revisión de similitud de la investigación .....	45
Anexo 2: Acta de aprobación de asesor.....	46
Anexo 3: Correo de recepción del manuscrito remitido por la revista .....	47
Anexo 4: Operacionalización de variables.....	48
Anexo 5: Matriz de consistencia .....	49
Anexo 6: Informes de laboratorio.....	50
Anexo 7: Carta de autorización de laboratorio para la recolección de información.....	125
Anexo 8: Calibración de instrumentos de laboratorio .....	129
Anexo 9: Análisis de validez y confiabilidad .....	164
Anexo 10: Análisis estadístico .....	173
Anexo 11: Validez de instrumento .....	177
Anexo 12: Fotografía .....	187
Anexo 13: Ficha técnica - Cemento.....	192
Anexo 14: Análisis de precios por diseño de mezcla .....	193

Anexo 1: Acta de revisión de similitud de la investigación



**ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN**

Yo, Muñoz Pérez Sócrates Pedro, docente del curso de Investigación II del Programa de Estudios de Ingeniería Civil, luego de revisar la investigación de los estudiantes Asenjo Diaz Marleny Dany Elena y Renteria Risco Oscar Javier, titulada:

**DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA GRAVA**

Dejo constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del 17% verificable en el reporte de originalidad mediante el software de similitud TURNITIN. Por lo que se concluye que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumplen con lo establecido en la Directiva sobre índice de similitud de los productos académicos y de investigación en la Universidad Señor de Sipán S.A.C vigente.

en virtud de lo antes mencionado, firma:

Dr. Ing. Muñoz Pérez Sócrates Pedro	DNI: 42107300	 FIRMA DIGITAL	Firmado digitalmente por: MUÑOZ PÉREZ SÓCRATES PEDRO FIR: 42107300 hard En señal de conformidad Fecha: 9/11/2024 20:56:32-0500
-------------------------------------	---------------	--	--

Pimentel, 21 de octubre de 2024.

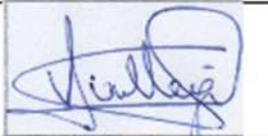
Anexo 2: Acta de aprobación de asesor



**ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR**

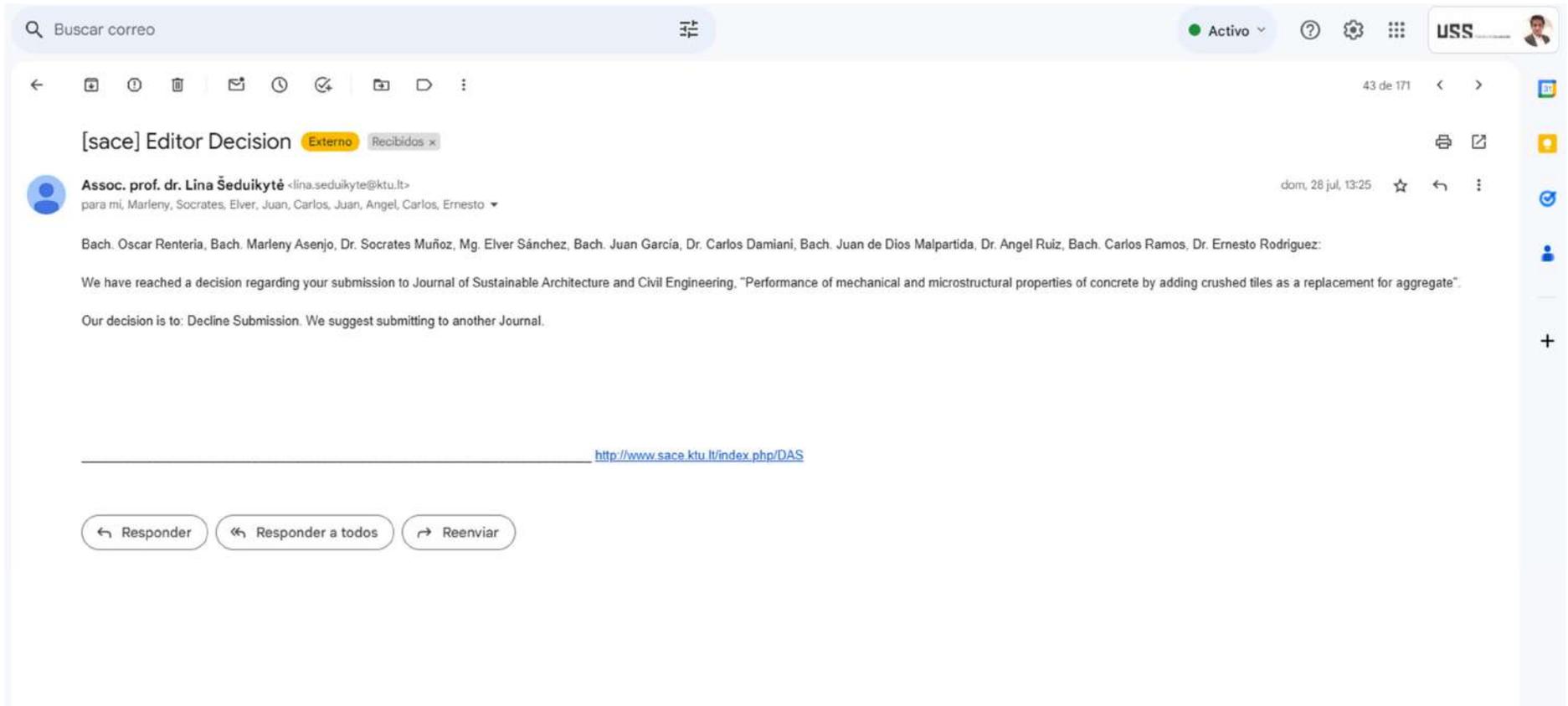
Yo, **Villegas Granados Luis Mariano**, quien suscribe como asesor designado mediante la **Resolución de Facultad N°0726-2024/FIAU-USS**, del proyecto de investigación titulado **“Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava”**, desarrollado por los egresados: **Asenjo Diaz Marleny Dany Elena** y **Renteria Risco Oscar Javier**, del programa de estudios de **Ingeniería Civil**, acredito a ver revisado, declaro expedito para que continúe con los trámites pertinentes.

En virtud de lo antes mencionado

Mg. Villegas Granados Luis Mariano	DNI: 16665065	
------------------------------------	---------------	---

Pimente1,30 de octubre de 2024.

### Anexo 3: Correo de recepción del manuscrito remitido por la revista



## Anexo 4: Operacionalización de variables

### Operacionalización de las variables

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición	
Azulejo triturado	Algunas investigaciones han considerado que azulejo mejorar el comportamiento del concreto.	Se adicionarán cantidades porcentuales.	Propiedades físicas del Azulejo	Granulometría	%	Fichas de observación	%	Independiente	Razón	
			Cantidades Porcentuales	25 (MD-01)	%	Protocolos de ensayos de laboratorio	%			
				50 (MD-02)						
				75 (MD-03)						
				100 (MD-04)						
			Propiedades mecánicas y permeabilidad	Compresión	kg/cm <sup>2</sup>	Fichas de observación	kg/cm <sup>2</sup>			
				Flexión	kg/cm <sup>2</sup>	Protocolos de ensayos de laboratorio	kg/cm <sup>2</sup>			
				Tracción	kg/cm <sup>2</sup>		kg/cm <sup>2</sup>			
					Módulo Elástico		kg/cm <sup>2</sup>			kg/cm <sup>2</sup>
				Propiedades físicas y mecánicas, y microestructurales	La mezcla está compuesta por cemento, agregados naturales y agua, y sufre un proceso de fraguado consistente con la evolución de la reacción química entre el agua y el cemento.		Se realizan pruebas de compresión, flexión, tracción, y módulo para evaluar la resistencia. Se analiza la microestructura del concreto patrón y modificado			Resistencia mecánica y microestructural
Flexión	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>								
Tracción	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>								
Modulo elástico	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>								
Análisis de rayos X	-	ensayos de laboratorio	-							
SEM										

## Anexo 5: Matriz de consistencia

### MATRÍZ DE CONSISTENCIA LÓGICA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA GRAVA					
Problema	Hipótesis	Objetivo General	Objetivo Específico	Tipo de Investigación	Diseño de Investigación
¿En qué medida influye el uso de azulejos triturados en proporciones del 25, 50, 75 y 100% como sustitución de la grava en las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto?	La adición de azulejos triturados en proporciones de 25, 50, 75 y 100% como sustitución de la grava mejora considerablemente las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto en comparación con un concreto tradicional.	Evaluar el desempeño de las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto al incorporar azulejos triturados como sustitución de la grava en diferentes proporciones	<p><b>OE1:</b> Analizar las características físicas de los azulejos triturados para identificar sus propiedades relevantes al ser utilizados en la mezcla de concreto.</p> <hr/> <p><b>OE2:</b> Evaluar las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto patrón y del concreto modificado con azulejos triturados en proporciones de 25, 50, 75 y 100%</p> <hr/> <p><b>OE3:</b> Determinar el porcentaje óptimo de azulejos triturados en el concreto</p>	Tipo Aplicada	Diseño Experimental

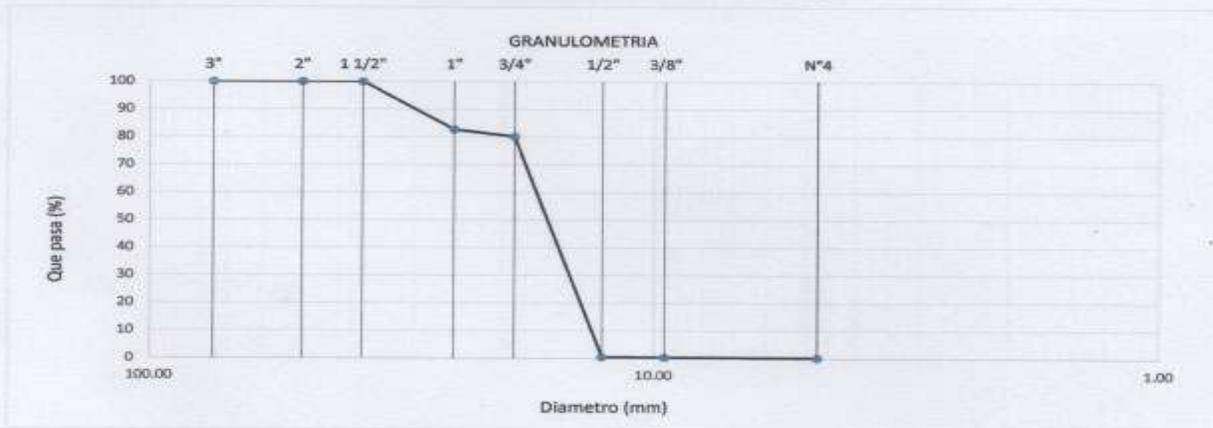
Anexo 6: Informes de laboratorio

**Solicitante** : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA  
RENERIA RISCO OSCAR JAVIER  
**Proyecto / Obra** : TESIS "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA"  
**Ubicación** : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO  
**Fecha de recepción** : Lunes, 18 de marzo del 2024.  
**Inicio de ensayo** : Martes, 19 de marzo del 2024.  
**Fin de ensayo** : Jueves, 21 de marzo del 2024.  
**ENSAYO** : AGREGADOS, Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada 3/4" - TRES TOMAS

Análisis Granulométrico por tamizado				
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Acumulados Que pasa
3"	75.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	17.3	17.3	82.7
3/4"	19.00	2.6	19.9	80.1
1/2"	12.70	79.6	99.5	0.5
3/8"	9.52	0.1	99.6	0.4
N°4	4.75	0.2	99.8	0.2

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
-----------------------	------



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante

**USS** | Universidad  
**Señor de Sipán**  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL



**Solicitante** : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA  
RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER

**Proyecto / Obra** : TESIS "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA"

**Ubicación** : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO

**Fecha de recepción** : Lunes, 18 de marzo del 2024.

**Inicio de ensayo** : Martes, 19 de marzo del 2024.

**Fin de ensayo** : Jueves, 21 de marzo del 2024.

**ENSAYO** : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

**NORMA DE REFERENCIA** : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Arena Guessa - La Victoria Patapo

<b>Análisis Granulométrico por tamizado</b>				
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Acumulados Que pasa
1/2"	12.70	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.9	0.9	99.1
N°4	4.75	2.7	3.6	96.4
N°8	2.38	10.6	14.2	85.8
N°16	1.19	16.1	30.3	69.7
N°30	0.59	24.5	54.8	45.2
N°50	0.27	27.3	82.1	17.9
N°100	0.15	11.8	93.9	6.1



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

**USS** Universidad Señor de Sipán

*Wilson Olaya Aguilar*

**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL



Universidad  
**Señor de Sipán**

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Solicitante** : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA / RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER  
**Proyecto** :

TESIS "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA"

**Ubicación** : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO

**Fecha de recepción** : Lunes, 18 de Marzo de 2024

**Inicio de ensayo** : Martes, 19 de marzo de 2024

**Fin de ensayo** : Jueves, 21 de marzo de 2024

**Ensayo** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

**Referencia** : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

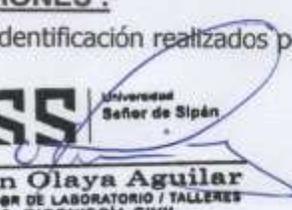
**Muestra : Piedra Chancada 3/4" - TRES TOMAS**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1440
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1437
Contenido de Humedad	(%)	0.22

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1456
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1453
Contenido de Humedad	(%)	0.22

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

  
**USS** Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL



Universidad  
**Señor de Sipán**

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Solicitante** : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA / RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER  
**Proyecto / Obra** : TESIS "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA  
**Ubicación** : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - CHICLAYO  
**Fecha de recepción** : Lunes, 18 de Marzo de 2024  
**Inicio de ensayo** : Martes, 19 de marzo de 2024  
**Fin de ensayo** : Jueves, 21 de marzo de 2024

**NORMA** : Peso específico y Absorción del agregado grueso

**REFERENCIA** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

**Muestra : Piedra Chancada 3/4" - TRES TOMAS**

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.707
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.4

**OBSERVACIONES :**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.

  
**USS** | Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
E.T.C. INGENIERIA CIVIL



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Peticionario** : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA / RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER  
**Proyecto / Obra** : TESIS "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA  
**Ubicación** : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - CHICLAYO  
**Fecha de recepción** : Lunes, 18 de Marzo de 2024  
**Inicio de ensayo** : Martes, 19 de marzo de 2024  
**Fin de ensayo** : Jueves, 21 de marzo de 2024

**NORMA** : PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO  
**REFERENCIA** : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

**Muestra** : Arena Guesa  
**Cantera** : La Victoria - Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	3.290
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA (SSS)	(gr/cm <sup>3</sup> )	3.307
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm <sup>3</sup> )	3.347
1.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.5

**OBSERVACIONES :**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.

  
**USS** | Universidad  
Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL



Universidad  
**Señor de Sipán**

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Solicitante** : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA / RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER  
**Proyecto / Obra** : TESIS " DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA"

**Ubicación** : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO  
**Fecha de recepción** : Lunes, 18 de Marzo de 2024  
**Inicio de ensayo** : Martes, 19 de marzo de 2024  
**Fin de ensayo** : Jueves, 21 de marzo de 2024

**Ensayo** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

**Referencia** : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1569
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1565
Contenido de Humedad	(%)	0.21

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1725
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1722
Contenido de Humedad	(%)	0.21

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

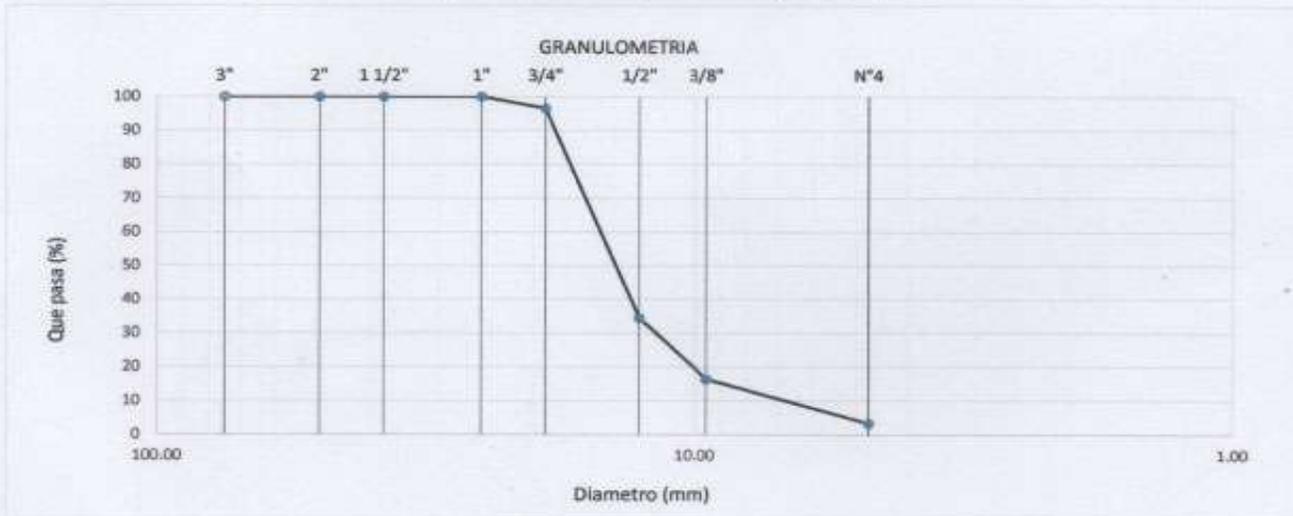
  
**USS** | Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
E.C. INGENIERIA CIVIL

Solicitante : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA  
RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER  
Proyecto / Obra : TESIS "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA"  
Ubicación : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO  
Fecha de recepción : Lunes, 18 de marzo del 2024.  
Inicio de ensayo : Martes, 19 de marzo del 2024.  
Fin de ensayo : Jueves, 21 de marzo del 2024.  
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Azulejos Triturados 3/4"

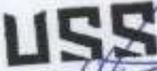
Análisis Granulométrico por tamizado				
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Acumulados Que pasa
3"	75.00	0.0	0.0	100.0
2"	50.00	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.00	3.5	3.5	96.5
1/2"	12.70	62.0	65.5	34.5
3/8"	9.52	18.2	83.7	16.3
N°4	4.75	13.0	96.7	3.3

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
-----------------------	------



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

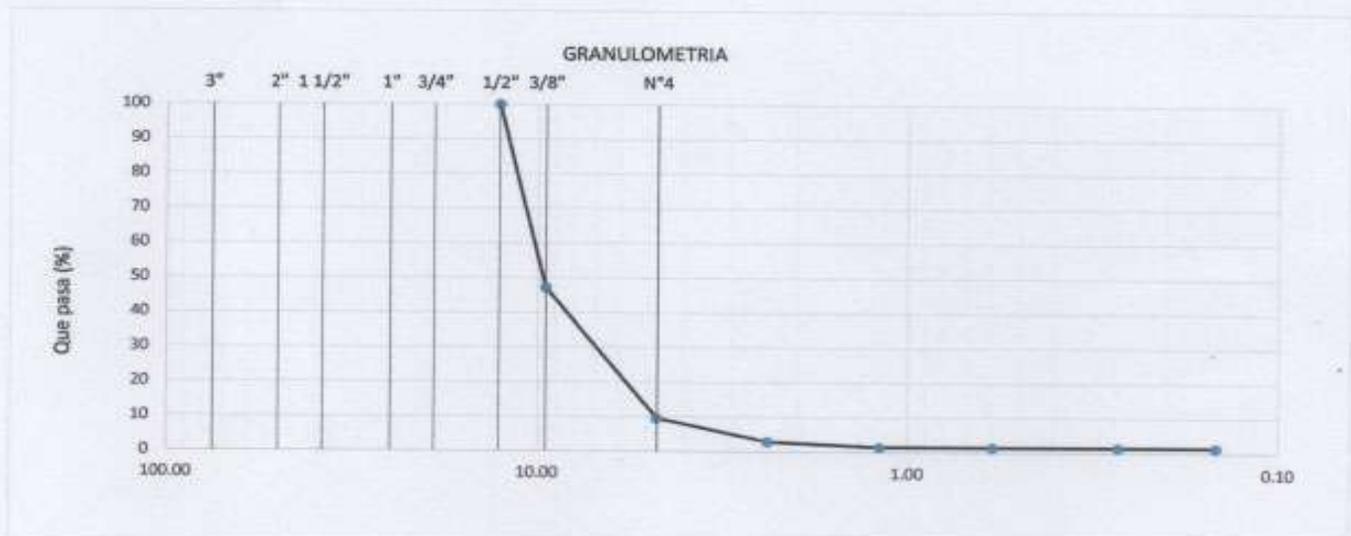

 Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
 COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
 ESC. INGENIERIA CIVIL



Solicitante : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA  
RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER  
Proyecto / Obra : TESIS "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA"  
Ubicación : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO  
Fecha de recepción : Lunes, 18 de marzo del 2024.  
Inicio de ensayo : Martes, 19 de marzo del 2024.  
Fin de ensayo : Jueves, 21 de marzo del 2024.  
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Finos del Azulejo Triturados

Análisis Granulométrico por tamizado				
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Acumulados Que pasa
1/2"	12.70	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	52.8	52.8	47.2
N°4	4.75	37.7	90.6	9.4
N°8	2.38	6.6	97.2	2.8
N°16	1.19	1.5	98.7	1.3
N°30	0.59	0.0	98.7	1.3
N°50	0.27	0.0	98.7	1.3
N°100	0.15	0.0	98.7	1.3



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

  
USS Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL



Universidad  
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Peticionario** : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA / RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER  
**Proyecto / Obra** : TESIS "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA  
**Ubicación** : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - CHICLAYO  
**Fecha de recepción** : Lunes, 9 de mayo de 2024  
**Inicio de ensayo** : Lunes, 13 de mayo de 2024  
**Fin de ensayo** : Jueves, 16 de mayo de 2024

**NORMA** : Peso especifico y Absorción del agregado grueso

**REFERENCIA** : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Muestra : Azulejo Triturado 3/4"

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.559
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.2

**OBSERVACIONES :**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.

  
**USS** | Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL



Universidad  
**Señor de Sipán**

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Solicitante** : ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA / RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER  
**Proyecto** :

TESIS "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUTO DE LA GRAVA"

**Ubicación** : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO

**Fecha de recepción** : Lunes, 9 de mayo de 2024

**Inicio de ensayo** : Lunes, 13 de mayo de 2024

**Fin de ensayo** : Jueves, 16 de mayo de 2024

**Ensayo** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

**Referencia** : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

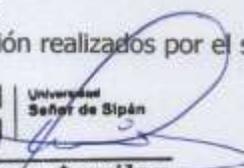
**Muestra : Azulejo Triturado 3/4"**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1316
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1309
Contenido de Humedad	(%)	0.49

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1373
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1367
Contenido de Humedad	(%)	0.49

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

  
**USS** | Universidad Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
ESC. INGENIERIA CIVIL

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**

Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
Renteria Risco Óscar Javier

Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I-PACASMAYO  
2.- Peso específico : 3120 kg/cm<sup>2</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	3.290	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	3.307	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1565.24	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1721.80	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.52	%
6.- Contenido de humedad	0.21	%
7.- Módulo de fineza	2.80	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe

1.- Peso específico de masa	2.707	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.745	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1436.58	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1453.06	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.43	%
6.- Contenido de humedad	0.22	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.9	99.1
Nº 04	2.7	96.4
Nº 08	10.6	85.8
Nº 16	16.1	69.7
Nº 30	24.5	45.2
Nº 50	27.3	17.9
Nº 100	11.8	6.1
Fondo	6.1	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.1	96.9
1/2"	96.3	0.6
3/8"	0.1	0.5
Nº 04	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
Renteria Risco Óscar Javier  
Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : **4** Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : **2356** Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : **185** Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : **88** %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : **9.0** bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : **0.689**

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	382	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I-PACASMAYO
Agua	263	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	853	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	906	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe

Proporción en peso :  
Cemento    Arena    Piedra    Agua  
1.0        2.23    2.38    29.3    Lts/pie<sup>3</sup>

Proporción en volumen :  
1.0        2.15    2.49    29.3    Lts/pie<sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.





INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
Renteria Risco Óscar Javier  
Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecanicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I-PACASMAYO  
2.- Peso específico : 3120 kg/cm<sup>2</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

- |                                    |         |                    |
|------------------------------------|---------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 3.290   | gr/cm <sup>3</sup> |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 3.307   | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 1565.24 | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 4.- Peso unitario compactado       | 1721.80 | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 5.- % de absorción                 | 0.52    | %                  |
| 6.- Contenido de humedad           | 0.21    | %                  |
| 7.- Módulo de fineza               | 2.80    |                    |

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe

- |                                    |         |                    |
|------------------------------------|---------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 2.707   | gr/cm <sup>3</sup> |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.745   | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 1436.58 | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 4.- Peso unitario compactado       | 1453.06 | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 5.- % de absorción                 | 1.43    | %                  |
| 6.- Contenido de humedad           | 0.22    | %                  |
| 7.- Tamaño máximo                  | 1"      | Pulg.              |
| 8.- Tamaño máximo nominal          | 3/4"    | Pulg.              |

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.9	99.1
Nº 04	2.7	96.4
Nº 08	10.6	85.8
Nº 16	16.1	69.7
Nº 30	24.5	45.2
Nº 50	27.3	17.9
Nº 100	11.8	6.1
Fondo	6.1	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.1	96.9
1/2"	96.3	0.6
3/8"	0.1	0.5
Nº 04	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
Renteria Risco Óscar Javier  
Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

## DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

*Dosificación Experimental 50% Azulejo Triturado en reemplazo de la grava*

## Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2335 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 192 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 92 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.689

## Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	382	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I-PACASMAYO
Agua	263	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	853	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	453	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe
Azulejo Triturado	453	Kg/m <sup>3</sup>	: Azulejo reciclado triturado_50%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Azulejo Triturado	Agua	Lts/pie <sup>3</sup>
	1.0	2.23	1.19	1.19	29.3	
Proporción en volumen :	1.0	2.15	1.24	1.24	29.3	Lts/pie <sup>3</sup>

## OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.

 **LEMS W&C EIRL.**  
*Ronal Enrique Altamirano Llantop*  
Ronald Enrique Altamirano Llantop  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS  
*Miguel Angel Ruiz Perales*  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I-PACASMAYO  
 2.- Peso específico : 3120 kg/cm<sup>2</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	3.290	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	3.307	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1565.24	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1721.80	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.52	%
6.- Contenido de humedad	0.21	%
7.- Módulo de finza	2.80	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe

1.- Peso específico de masa	2.707	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.745	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1436.58	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1453.06	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.43	%
6.- Contenido de humedad	0.22	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.9	99.1
Nº 04	2.7	96.4
Nº 08	10.6	85.8
Nº 16	16.1	69.7
Nº 30	24.5	45.2
Nº 50	27.3	17.9
Nº 100	11.8	6.1
Fondo	6.1	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.1	96.9
1/2"	96.3	0.6
3/8"	0.1	0.5
Nº 04	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
Renteria Risco Óscar Javier  
Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

*Dosificación Experimental 75% Azulejo Triturado en reemplazo de la grava*

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 2 1/2 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2329 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 182 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 87 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.689

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	382	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I-PACASMAYO
Agua	263	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	853	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	227	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe
Azulejo Triturado	680	Kg/m <sup>3</sup>	: Azulejo reciclado triturado_75%

Proporción en peso :

Cemento	Arena	Piedra	Azulejo Triturado	Agua	Lts/pie <sup>3</sup>
1.0	2.23	0.59	1.78	29.3	

Proporción en volumen :

Cemento	Arena	Piedra	Azulejo Triturado	Agua	Lts/pie <sup>3</sup>
1.0	2.15	0.62	1.87	29.3	

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL.**  
Ronald Enrique Altamirano Llantop  
TFC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I-PACASMAYO  
 2.- Peso específico : 3120 kg/cm<sup>2</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	3.290	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	3.307	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1565.24	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1721.80	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.52	%
6.- Contenido de humedad	0.21	%
7.- Módulo de fineza	2.80	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe

1.- Peso específico de masa	2.707	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.745	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1436.58	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1453.06	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.43	%
6.- Contenido de humedad	0.22	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.9	99.1
Nº 04	2.7	96.4
Nº 08	10.6	85.8
Nº 16	16.1	69.7
Nº 30	24.5	45.2
Nº 50	27.3	17.9
Nº 100	11.8	6.1
Fondo	6.1	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.1	96.9
1/2"	96.3	0.6
3/8"	0.1	0.5
Nº 04	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
                   : Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando  
                   : azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del  
           : concreto de cemento Portland.  
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	PATRÓN- f'c= 210kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	4	10.16
DM-02	PATRÓN- f'c= 210kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	4	10.16
DM-03	PATRÓN- f'c= 210kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	4	10.16

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier

Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque

Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024

Ensayo : **HORMIGÓN (CONCRETO)**. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño  f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado  (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	3 1/2	8.89
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	3 1/2	8.90
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	3 1/2	8.88
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	3	7.61
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	3	7.63
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	3	7.62
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2 1/2	6.35
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2 1/2	6.34
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2 1/2	6.36
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2	5.07
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2	5.08
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2	5.08

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llontop  
 TFC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



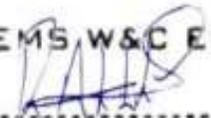
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecanicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Ensayo : **HORMIGÓN (CONCRETO)**. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	28.0
DM-02	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	28.5
DM-03	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	28.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
Ronal Enrique Altamirano Llontop  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecanicas y microestructurales del concreto  
 adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la  
 temperatura de mezcla de hormigón.  
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	29.0
DM-02	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	29.5
DM-03	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	29.5
DM-01	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.0
DM-02	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.0
DM-03	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-01	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-02	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-03	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-01	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	31.0
DM-02	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-03	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	31.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
Ronald Enrique Altamirano Llantop  
TEC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



**Solicitud de Ensayo** : **2705A-24/ LEMS W&C**  
**Solicitante** : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
**Proyecto / Obra** : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024

**Ensayo** : **HORMIGON (CONCRETO).** Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
**Referencia** : NTP 339.080  
**Tipo de Medidor** : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)		
				Horario	Medido "B"	Resultado
DM-01	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	11:00 a.m	Medido "B"	2.10
DM-02	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	11:00 a.m	Medido "B"	2.20
DM-03	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	11:00 a.m	Medido "B"	2.10
DM-01	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	13:00 p.m	Medido "B"	2.30
DM-02	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	13:00 p.m	Medido "B"	2.30
DM-03	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	13:00 p.m	Medido "B"	2.00
DM-01	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	14:00 p.m	Medido "B"	2.40
DM-02	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	14:00 p.m	Medido "B"	2.50
DM-03	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	14:00 p.m	Medido "B"	2.50
DM-01	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	15:00 p.m	Medido "B"	2.70
DM-02	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	15:00 p.m	Medido "B"	2.60
DM-03	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	15:00 p.m	Medido "B"	2.70

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo** : 2705A-24/ LEMS W&C  
**Solicitante** : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
**Proyecto / Obra** : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto  
 adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024

**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de  
 aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
DM-01	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	2356.00
DM-02	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	2357.00
DM-03	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	2355.00

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



LEMS W&C EIRL.  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TFC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo** : 2705A-24/ LEMS W&C  
**Solicitante** : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
**Proyecto / Obra** : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto  
 adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de  
 aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición  
**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaclado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
DM-01	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2339.00
DM-02	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2340.00
DM-03	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2338.00
DM-01	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2335.00
DM-02	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2334.00
DM-03	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2335.00
DM-01	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2328.00
DM-02	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2330.00
DM-03	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2329.00
DM-01	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2321.00
DM-02	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2319.00
DM-03	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2320.00

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
Ronald Enrique Altamirano Llantop  
TEC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904





INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecanicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I-PACASMAYO  
 2.- Peso específico : 3120 kg/cm<sup>2</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	3.290	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	3.307	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1565.24	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1721.80	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.52	%
6.- Contenido de humedad	0.21	%
7.- Módulo de fineza	2.80	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe

1.- Peso específico de masa	2.707	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.745	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1436.58	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1453.06	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.43	%
6.- Contenido de humedad	0.22	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.9	99.1
Nº 04	2.7	96.4
Nº 08	10.6	85.8
Nº 16	16.1	69.7
Nº 30	24.5	45.2
Nº 50	27.3	17.9
Nº 100	11.8	6.1
Fondo	6.1	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.1	96.9
1/2"	96.3	0.6
3/8"	0.1	0.5
Nº 04	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.





**INFORME**

Pag. 02 de 02

**Solicitud de Ensayo : 2705A-24/ LEMS W&C**  
**Solicitante :** Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
**Proyecto / Obra :** Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación :** Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de vaciado :** Lunes, 03 de junio del 2024

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

*Dosificación Experimental 50% Azulejo Triturado en reemplazo de la grava*

**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido	:	3 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2335 Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia promedio a los 7 días	:	192 Kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje promedio a los 7 días	:	92 %
Factor cemento por M <sup>3</sup> de concreto	:	9.0 bolsas/m <sup>3</sup>
Relación agua cemento de diseño	:	0.689

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento	382	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I-PACASMAYO
Agua	263	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	853	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	453	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe
Azulejo Triturado	453	Kg/m <sup>3</sup>	: Azulejo reciclado triturado_50%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Azulejo Triturado	Agua	Lts/pie <sup>3</sup>
	1.0	2.23	1.19	1.19	29.3	

Proporción en volumen :	Cemento	Arena	Piedra	Azulejo Triturado	Agua	Lts/pie <sup>3</sup>
	1.0	2.15	1.24	1.24	29.3	

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904





INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**

Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
Renteria Risco Óscar Javier

Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I-PACASMAYO  
2.- Peso específico : 3120 kg/cm<sup>2</sup>

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	3.290	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	3.307	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1565.24	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1721.80	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.52	%
6.- Contenido de humedad	0.21	%
7.- Módulo de fineza	2.80	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe

1.- Peso específico de masa	2.707	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.745	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1436.58	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1453.06	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.43	%
6.- Contenido de humedad	0.22	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.9	99.1
Nº 04	2.7	96.4
Nº 08	10.6	85.8
Nº 16	16.1	69.7
Nº 30	24.5	45.2
Nº 50	27.3	17.9
Nº 100	11.8	6.1
Fondo	6.1	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	3.1	96.9
1/2"	96.3	0.6
3/8"	0.1	0.5
Nº 04	0.2	0.3
Fondo	0.3	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
Renteria Risco Óscar Javier  
Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : Lunes, 03 de junio del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

*Dosificación Experimental 100% Azulejo Triturado en reemplazo de la grava*

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 2 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2320 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 173 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 83 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.689

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	382	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I-PACASMAYO
Agua	263	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	853	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	0	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Tres Tomas, Ferreñafe
Azulejo Triturado	906	Kg/m <sup>3</sup>	: Azulejo reciclado triturado_100%

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Azulejo Triturado	Agua	
	1.0	2.23	0.00	2.38	29.3	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1.0	2.15	0.00	2.49	29.3	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL.**  
Ronald Enrique Altamirano Llantop  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904





Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto  
 adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la  
 temperatura de mezcla de hormigón.  
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	28.0
DM-02	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	28.5
DM-03	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	28.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TFC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecanicas y microestructurales del concreto  
 adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Ensayo : **HORMIGÓN (CONCRETO)**. Método de ensayo normalizado para determinar la  
 temperatura de mezcla de hormigón.  
 Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	29.0
DM-02	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	29.5
DM-03	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	29.5
DM-01	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.0
DM-02	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.0
DM-03	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-01	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-02	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-03	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-01	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	31.0
DM-02	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	30.5
DM-03	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	31.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
Ronald Enrique Altamirano Llantop  
TEC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
 Referencia : NTP 339.080  
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Contenido de aire (%)		
		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)			
DM-01	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	11:00 a.m	Medido "B"	2.10
DM-02	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	11:00 a.m	Medido "B"	2.20
DM-03	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	11:00 a.m	Medido "B"	2.10
DM-01	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	13:00 p.m	Medido "B"	2.30
DM-02	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	13:00 p.m	Medido "B"	2.30
DM-03	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	13:00 p.m	Medido "B"	2.00
DM-01	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	14:00 p.m	Medido "B"	2.40
DM-02	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	14:00 p.m	Medido "B"	2.50
DM-03	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	14:00 p.m	Medido "B"	2.50
DM-01	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	15:00 p.m	Medido "B"	2.70
DM-02	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	15:00 p.m	Medido "B"	2.60
DM-03	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	15:00 p.m	Medido "B"	2.70

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



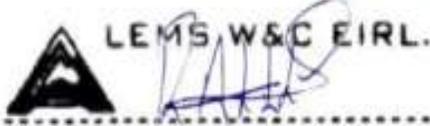
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

<b>Solicitud de Ensayo</b>	: 2705A-24/ LEMS W&C
<b>Solicitante</b>	: Asenjo Diaz Marleny Dany Elena Renteria Risco Óscar Javier
<b>Proyecto / Obra</b>	: Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.
<b>Ubicación</b>	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
<b>Fecha de Apertura</b>	: Lunes, 27 de mayo del 2024
<b>Inicio de Ensayo</b>	: Lunes, 03 de junio del 2024
<b>Fin de Ensayo</b>	: Lunes, 03 de junio del 2024
<b><u>Ensayo</u></b>	: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición
<b><u>Referencia</u></b>	: N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
DM-01	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	2356.00
DM-02	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	2357.00
DM-03	PATRÓN- f'c= 210kg/cm2	210	03/06/2024	2355.00

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



**LEMS W&C EIRL.**  
Ronal Enrique Altamirano Lontop  
TEC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo** : 2705A-24/ LEMS W&C  
**Solicitante** : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
**Proyecto / Obra** : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto  
 adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024

**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de  
 aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
DM-01	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2339.00
DM-02	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2340.00
DM-03	M.P - f'c= 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2338.00
DM-01	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2335.00
DM-02	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2334.00
DM-03	M.P - f'c= 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2335.00
DM-01	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2328.00
DM-02	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2330.00
DM-03	M.P - f'c= 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2329.00
DM-01	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2321.00
DM-02	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2319.00
DM-03	M.P - f'c= 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	2320.00

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TFC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo** : **2705A-24/ LEMS W&C**  
**Solicitante** : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Oscar Javier  
**Proyecto / Obra** : Desempeño de las propiedades mecanicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación** : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 01 de julio del 2024  
  
**Ensayo** : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
**Referencia** : N.T.P. 339.034:2021

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	10/06/2024	7	32959	15.12	179	183.68
02	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	10/06/2024	7	33102	15.12	180	184.36
03	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	10/06/2024	7	33476	15.12	179	186.50
04	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	17/06/2024	14	41990	15.06	178	235.88
05	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	17/06/2024	14	42253	15.06	178	237.20
06	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	17/06/2024	14	42153	15.06	178	236.72
07	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	01/07/2024	28	44580	15.13	180	248.12
08	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	01/07/2024	28	44487	15.13	180	247.60
09	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	01/07/2024	28	44372	15.13	180	246.96

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llontop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



**Solicitud de Ensayo** : 2705A-24/ LEMS W&C  
**Solicitante** : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Oscar Javier  
**Proyecto / Obra** : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación** : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 01 de julio del 2024  
**Ensayo** : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
**Referencia** : N.T.P. 339.034:2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	34676	15.12	179	193.25
02	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	34326	15.11	179	191.43
03	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	34557	15.11	179	192.65
04	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	43172	15.06	178	242.36
05	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	43538	15.06	178	244.58
06	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	43410	15.06	178	243.78
07	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	45818	15.12	180	255.18
08	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	45769	15.08	178	256.43
09	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	46153	15.10	179	257.81

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronald Enrique Altamirano Llantop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

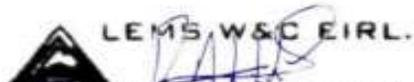

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo** : **2705A-24/ LEMS W&C**  
**Solicitante** : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Oscar Javier  
**Proyecto / Obra** : Desempeño de las propiedades mecanicas y microestructurales del concreto  
 adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación** : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 01 de julio del 2024  
  
**Ensayo** : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras  
 cilíndricas. Método de ensayo.  
**Referencia** : N.T.P. 339.034:2021

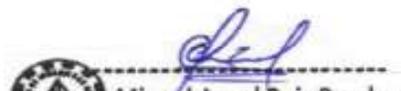
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	32458	15.12	179	180.89
02	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	32618	15.12	179	181.78
03	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	32716	15.12	179	182.33
04	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	41439	15.11	179	231.25
05	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	41316	15.11	179	230.41
06	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	41709	15.11	179	232.68
07	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	43418	15.10	179	242.45
08	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	43699	15.10	179	244.02
09	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	43652	15.10	179	243.76

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llontop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo** : **2705A-24/ LEMS W&C**  
**Solicitante** : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Oscar Javier  
**Proyecto / Obra** : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto  
 adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación** : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 01 de julio del 2024  
  
**Ensayo** : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras  
 cilíndricas. Método de ensayo.  
**Referencia** : N.T.P. 339.034:2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	30933	15.07	178	173.54
02	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	30807	15.10	179	172.03
03	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	31229	15.08	179	174.79
04	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	39182	15.06	178	220.11
05	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	39287	15.01	177	222.02
06	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	39282	15.03	177	221.33
07	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	41243	15.05	178	231.84
08	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	41368	15.05	178	232.54
09	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	41483	15.05	178	233.19

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llontop  
 TFC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Aserjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 01 de julio del 2024  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	10/06/2024	7	184.95	74	12.73601	0.000365	194254.21	193698.34
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	10/06/2024	7	185.83	74	12.75291	0.000368	193504.89	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	10/06/2024	7	185.40	74	12.74451	0.000368	193335.93	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	17/06/2024	14	236.15	94	14.38186	0.000409	222867.42	224238.05
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	17/06/2024	14	237.27	95	14.49773	0.000406	225734.39	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	17/06/2024	14	236.71	95	14.46368	0.000408	224112.35	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	01/07/2024	28	246.28	99	15.09950	0.000407	233902.49	234349.06
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	01/07/2024	28	247.45	99	15.12087	0.000408	234274.13	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	01/07/2024	28	246.87	99	15.08339	0.000406	234870.56	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TEC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*[Signature]*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Oscar Javier

Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecanicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.

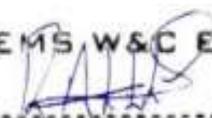
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 01 de julio del 2024

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469  
 Diseño : Concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> + 25% de AZULEJOS TRITURADOS  
 Material : Azulejo Triturado\_ Reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	198.77	80	13.79939	0.000364	209240.43	<b>208941.95</b>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	198.85	80	13.71460	0.000366	208023.17	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	199.85	80	13.73853	0.000366	209562.26	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	251.11	100	15.34123	0.000415	233410.96	<b>235155.08</b>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	251.87	101	15.38919	0.000415	234103.32	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	251.49	101	15.35688	0.000408	237950.94	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	264.33	106	16.13836	0.000422	241129.48	<b>242189.72</b>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	264.43	106	16.30798	0.000417	243794.00	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	264.73	106	16.17487	0.000421	241645.68	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TFC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 01 de julio del 2024  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).  
 Referencia : ASTM C-469  
 Diseño : Concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> + 50% de AZULEJOS TRITURADOS  
 Material : Azulejo Triturado\_ Reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	188.69	75	13.09765	0.000356	204049.51	<b>203343.91</b>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	187.99	75	12.96517	0.000358	202021.63	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	189.33	76	13.01589	0.000357	203960.60	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	238.37	95	14.56292	0.000406	226796.51	<b>226632.00</b>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	238.12	95	14.54817	0.000406	226564.19	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	238.25	95	14.54590	0.000406	226535.29	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	250.92	100	15.32001	0.000408	237422.56	<b>236505.44</b>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	250.00	100	15.41684	0.000410	234649.12	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 50% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	250.79	100	15.32279	0.000408	237444.65	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TFC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 01 de julio del 2024  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).  
 Referencia : ASTM C-469  
 Diseño : Concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> + 75% de AZULEJOS TRITURADOS  
 Material : Azulejo Triturado\_ Reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
PC - $f'c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	178.80	72	12.41272	0.000339	204492.28	<b>199883.92</b>
PC - $f'c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	178.63	71	12.31982	0.000350	197321.31	
PC - $f'c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	179.66	72	12.34755	0.000351	197838.16	
PC - $f'c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	225.89	90	13.80305	0.000400	219011.82	<b>222752.31</b>
PC - $f'c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	226.27	91	13.82518	0.000391	224787.23	
PC - $f'c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	226.08	90	13.80497	0.000391	224457.88	
PC - $f'c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	237.77	95	14.52010	0.000400	230392.12	<b>229787.26</b>
PC - $f'c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	237.55	95	14.64822	0.000402	228247.34	
PC - $f'c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 75% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	237.97	95	14.54079	0.000400	230722.32	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Lintop  
 TEC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 01 de julio del 2024

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).  
 Referencia : ASTM C-469  
 Diseño : Concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> + 100% de AZULEJOS TRITURADOS  
 Material : Azulejo Triturado\_ Reciclado

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	173.47	69	11.92407	0.000344	195357	<b>195697.33</b>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	173.31	69	11.91060	0.000344	195173	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	173.50	69	11.92524	0.000342	196562	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	220.03	88	15.12276	0.000383	219071	<b>218818.67</b>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	222.16	89	15.11933	0.000387	218598	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	221.24	88	15.12321	0.000385	218787	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	231.91	93	14.16856	0.000400	224851	<b>225207.67</b>
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	232.61	93	14.16694	0.000399	225934	
PC - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	232.26	93	14.16779	0.000400	224838	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TFC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 01 de julio del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	10/06/2024	7	125511	151	303	1.75	17.82
02	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	10/06/2024	7	112164	152	302	1.56	15.92
03	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	10/06/2024	7	134055	151	302	1.87	19.03
04	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	17/06/2024	14	166694	151	301	2.34	23.88
05	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	17/06/2024	14	152101	151	302	2.13	21.71
06	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	17/06/2024	14	143459	151	302	2.01	20.48
07	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	01/07/2024	28	167664	151	303	2.33	23.75
08	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	01/07/2024	28	155220	151	302	2.16	22.06
09	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	01/07/2024	28	171403	151	302	2.39	24.36

Donde:

P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
*Ronal Enrique Altamirano Llantop*  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TEC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 01 de julio del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	10/06/2024	7	125511	151	303	1.75	17.82
02	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	10/06/2024	7	112164	152	302	1.56	15.92
03	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	10/06/2024	7	134055	151	302	1.87	19.03
04	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	17/06/2024	14	166694	151	301	2.34	23.88
05	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	17/06/2024	14	152101	151	302	2.13	21.71
06	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	17/06/2024	14	143459	151	302	2.01	20.48
07	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	01/07/2024	28	167664	151	303	2.33	23.75
08	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	01/07/2024	28	155220	151	302	2.16	22.06
09	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	03/06/2024	01/07/2024	28	171403	151	302	2.39	24.36

Donde:

P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llontop  
 TEC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
 Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 01 de julio del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

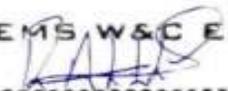
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	150200	152	303	2.08	21.22
02	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	141635	152	303	1.96	20.01
03	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	156477	152	302	2.18	22.18
04	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	181353	151	301	2.55	25.98
05	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	172488	151	302	2.41	24.62
06	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	187349	151	302	2.63	26.79
07	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	190889	152	302	2.65	27.04
08	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	181518	152	303	2.52	25.67
09	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	197971	152	302	2.75	28.02

Donde:

P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llontop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo : 2705A-24/ LEMS W&C**  
**Solicitante :** Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
**Proyecto / Obra :** Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación :** Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura :** Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo :** Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo :** Lunes, 01 de julio del 2024  
**Ensayo :** CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
**Referencia :** N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	134948	151	303	1.88	19.16
02	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	147474	151	302	2.06	20.98
03	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	128271	151	302	1.79	18.23
04	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	170877	151	302	2.39	24.39
05	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	187007	151	301	2.63	26.79
06	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	167069	151	302	2.34	23.89
07	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	179916	152	302	2.51	25.57
08	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	187154	151	301	2.63	26.82
09	Testigo - 210 + 50% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	192136	151	301	2.69	27.42

Donde:

P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **2705A-24/ LEMS W&C**

 Solicitante : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier

Proyecto / Obra : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.

Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 27 de mayo del 2024

Inicio de Ensayo : Lunes, 03 de junio del 2024

Fin de Ensayo : Lunes, 01 de julio del 2024

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	114430	152	302	1.59	16.22
02	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	125936	151	302	1.76	17.91
03	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	10/06/2024	7	138611	151	302	1.93	19.68
04	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	146933	151	302	2.05	20.91
05	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	158686	151	301	2.22	22.65
06	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	17/06/2024	14	166571	151	302	2.33	23.74
07	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	178144	151	302	2.49	25.36
08	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	167957	152	301	2.34	23.91
09	Testigo - 210 + 75% AZULEJOS TRITURADOS	210	03/06/2024	01/07/2024	28	173086	151	302	2.42	24.64

Donde:

 P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904



**Solicitud de Ensayo : 2705A-24/ LEMS W&C**  
**Solicitante :** Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
**Proyecto / Obra :** Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación :** Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura :** Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo :** Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo :** Lunes, 01 de julio del 2024  
**Ensayo :** CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.  
**Referencia :** N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	10/06/2024	7	22131	450	150	150	0	2.95	30.09
02	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	10/06/2024	7	21050	450	150	150	0	2.81	28.62
03	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	10/06/2024	7	21734	450	150	150	0	2.90	29.55
04	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	17/06/2024	14	28030	450	150	150	0	3.74	38.11
05	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	17/06/2024	14	26669	450	150	150	0	3.56	36.26
06	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	17/06/2024	14	27691	450	150	150	0	3.69	37.65
07	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	01/07/2024	28	29508	450	150	150	0	3.93	40.12
08	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	01/07/2024	28	28067	450	150	150	0	3.74	38.16
09	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	03/06/2024	01/07/2024	28	29339	450	150	150	0	3.91	39.89

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llontop  
 TFC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo : 2705A-24/ LEMS W&C**  
**Solicitante :** Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
**Proyecto / Obra :** Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación :** Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura :** Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo :** Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo :** Lunes, 01 de julio del 2024  
**Ensayo :** CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.  
**Referencia :** N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>c</sub> (Mpa)	M <sub>t</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	24617	450	150	150	0	3.28	33.47
02	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	25360	450	150	150	0	3.38	34.48
03	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	24639	450	150	150	0	3.29	33.50
04	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	31178	450	150	150	0	4.16	42.39
05	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	32119	450	150	150	0	4.28	43.67
06	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	17/06/2024	14	30810	450	150	150	0	4.11	41.89
07	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	32818	450	150	150	0	4.38	44.62
08	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	33811	450	150	150	0	4.51	45.97
09	Testigo - 210 + 25% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	01/07/2024	28	32347	450	150	150	0	4.31	43.98

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llantop  
 TEC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904





**Solicitud de Ensayo** : 2705A-24/ LEMS W&C  
**Solicitante** : Asenjo Diaz Marleny Dany Elena  
 Renteria Risco Óscar Javier  
**Proyecto / Obra** : Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava.  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 27 de mayo del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 03 de junio del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 01 de julio del 2024  
**Ensayo** : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.  
**Referencia** : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	20697	450	150	150	0	2.76	28.14
02	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	21984	450	150	150	0	2.93	29.89
03	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	19380	450	150	150	0	2.58	26.35
04	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	26220	450	150	150	0	3.50	35.65
05	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	26801	450	150	150	0	3.57	36.44
06	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	27787	450	150	150	0	3.70	37.78
07	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	27603	450	150	150	0	3.68	37.53
08	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	28214	450	150	150	0	3.76	38.36
09	Testigo - 210 + 100% AZULEJOS TRITURADOS	03/06/2024	10/06/2024	7	29177	450	150	150	0	3.89	39.67

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL.**  
 Ronal Enrique Altamirano Llontop  
 TFC ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 246904**



## REPORTE DE ANÁLISIS N° 054 - FIQIA

1. **DATOS DE CLIENTE:** ASENJO DÍAZ MARLENY DANY ELENA  
RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER
2. **PROYECTO DE TESIS:** Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustituto de la grava.

---

### 3. DATOS DE LA MUESTRA

- Número de muestras : 1
- Nombre de la muestra : RESIDUOS DE CERÁMICA (RC)

### 4. RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETRO (mg/kg)	LCM*	RC (mg/kg)
Plata - Ag	0.019	87.3358
Aluminio - Al	0.023	2948.4033
Arsénico - As	0.005	1.1043
Boro - B	0.026	70.0992
Bario - Ba	0.004	37.0940
Berilio - Be	0.003	<LCM
Bismuto - Bi	0.016	<LCM
Calcio - Ca	0.124	5412.1369
Cadmio - Cd	0.002	6.1297
Cerio - Ce	0.004	8.7033
Cobalto - Co	0.002	1.4731
Cromo - Cr	0.003	48.3321
Cobre - Cu	0.018	2.9412
Hierro - Fe	0.023	994.8761
Potasio - K	0.051	502.1200
Litio - Li	0.005	0.9329
Magnesio - Mg	0.019	477.2331
Manganeso - Mn	0.003	48.1221
Molibdeno - Mo	0.002	1.1597
Sodio - Na	0.026	694.5445
Níquel - Ni	0.006	11.1871
Fósforo - P	0.024	288.0961
Plomo - Pb	0.004	9.0907
Azufre - S	0.091	377.1871
Antimonio - Sb	0.005	<LCM
Selenio - Se	0.007	6.8877
Silicio - Si	0.104	1698.0098
Estaño - Sn	0.007	9.6659



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**  
**LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS**



Estroncio - Sr	0.003	15.7751
Titanio - Ti	0.004	31.5512
Talio - Tl	0.003	<LCM
Uranio - U	0.004	<LCM
Vanadio - V	0.004	16.0097
Zinc - Zn	0.018	127.3323
Mercurio - Hg	0.003	<LCM
<i>Metodología</i>	<i>EPA 200.5 para la determinación de metales</i>	

\*LCM (Limite Cuantificable Mínimo)

**5. ALCANCE**

- La muestra de residuos de cerámica fue secada, molida y tamizada para luego someter a digestión acida, de esa forma proceder a lectura por ICP-OES (marca TELEDYNE LEEMAN LABS /modelo PRODIGY 7).

Firma		Firma	 <i>Cristian David Visconde Beltrán</i> INGENIERO QUÍMICO R.R. CIP. 111172
Analista	Marilyn Catherine Quinteros Vilchez	V°B°	Ing. Cristian David Visconde Beltrán
Fecha de Reporte	14 de junio del 2024		

CAM-JUL-031/2024

## INFORME TÉCNICO

Número Total de Páginas: 6

**SOLICITADO POR** : OSCAR JAVIER RENTERIA RISCO.  
**MUESTRA** : 2 Muestras.  
**REALIZADO POR** : Dr. Rolf Grieseler.  
**FECHA DE EMISIÓN**: 19.07.2024.



### I. INTRODUCCIÓN

A pedido del solicitante se realizó el análisis de las fases cristalinas mediante difracción de rayos X (XRD) de 02 muestras de concreto identificadas como:

- Concreto Patrón fc 210 kg/cm<sup>2</sup>: Patrón.
- Concreto Modificado fc 210 kg/cm<sup>2</sup>: Modificado.

Asimismo, se realizó un análisis de composición química mediante espectroscopia de energía dispersiva (SEM-EDS), además se presentan imágenes de microscopía electrónica de la muestra indicando los tamaños de algunas partículas.

El presente informe contiene el procedimiento empleado para el análisis, así como los resultados del mismo.

### II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A partir de las muestras suministradas, el análisis de difracción de rayos X se realizó con el equipo DRX Bruker modelo D8 Focus con radiación de cobre ( $\text{Cu}_{K\alpha}$ =0.15418 nm), corriente de 40 mA y voltaje de aceleración de 40 kV, con un detector Lynxeye con selectividad de energías. El análisis fue realizado en un rango de ángulos ( $2\theta$ ) desde 5° hasta 60° en pasos de 0.02 grados. El tiempo de integración por paso fue de 1 s.

Para calcular la composición de las fases cristalinas y la parte amorfa se aplicó el método de Reference Intensity Ratio (RIR). La concentración mínima para este método es 0.1 wt%.

Con respecto al análisis de microscopía electrónica (SEM), éste se realizó utilizando un equipo de microscopía electrónica FEI modelo Quanta 650 para lo cual se aplicó un voltaje de aceleración de 20 kV y un tamaño de punto de 3. La espectroscopia de energía dispersiva (EDS) se realizó empleando un detector EDAX, acoplado al microscopio. El procesamiento de los datos y la determinación de la composición química se realizó mediante el software EDAX TEAM con corrección de efectos de matriz eZAF.

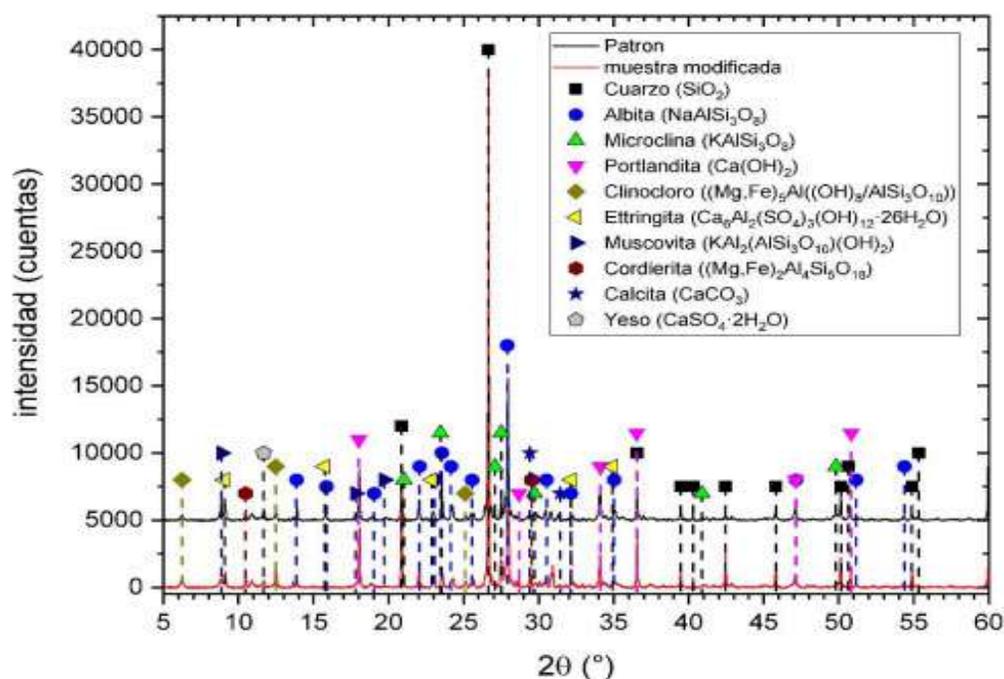


### III. RESULTADOS

La Figura 1 presenta los difractogramas de rayos X junto con las fases cristalinas identificadas señaladas en la leyenda respectiva. Las Figuras 2 y 3 presentan las micrografías de las muestras. Las Tablas 1 y 2 resumen las concentraciones de las fases cristalinas calculadas por medio del método RIR, mientras que las Tablas 3 y 4 presentan la composición química de las muestras obtenidas por EDS.

### IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis de difracción de rayos X realizado, se observó que las dos muestras en su mayoría contienen fases cristalinas esperadas en material de construcción. Los elementos encontrados mediante EDS corresponden en su gran mayoría a las fases cristalinas identificadas. Por último, se evidencia una fase amorfa que no es posible identificar con XRD.



**Figura 1.** Difractograma de rayos X de las dos muestras. Las fases cristalinas identificadas son resaltadas y señaladas en la leyenda.

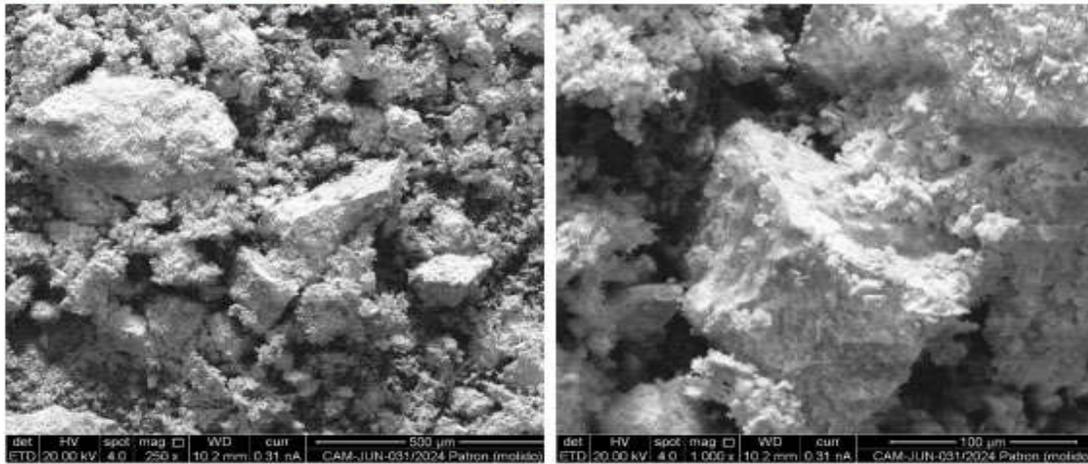
**Tabla 1.** Concentraciones de las fases calculadas por medio del método RIR de la muestra *Patrón*.

Fase cristalina	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	46-1045	30.1
Albita	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	84-0752	26.2
Microclina	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	77-0135	8.1
Portlandita	Ca(OH) <sub>2</sub>	44-1481	3.2
Clinocloro	(Mg,Fe) <sub>5</sub> Al((OH) <sub>8</sub> /AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )	79-1270	3.1
Ettringita	(Ca <sub>6</sub> Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>12</sub> ·26H <sub>2</sub> O)	72-0646	2.2
Muscovita	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	78-1928	1.9
Cordierita	(Mg,Fe) <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>18</sub>	77-0293	1.3
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	05-0586	1.2
Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	76-1746	0.6
Amorfo	---		22.1



**Tabla 2.** Concentraciones de las fases calculadas por medio del método RIR de la muestra *Modificado*.

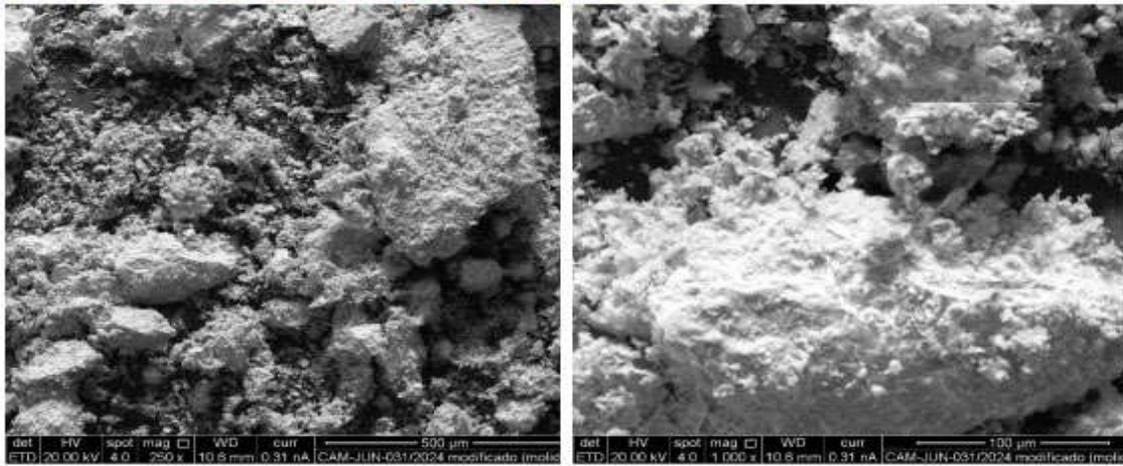
Fase cristalina	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	46-1045	34.5
Albita	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	84-0752	18.3
Microclina	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	77-0135	8.8
Muscovita	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )(OH) <sub>2</sub>	78-1928	5.8
Clinocloro	(Mg,Fe) <sub>5</sub> Al((OH) <sub>8</sub> /AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> )	79-1270	4.4
Portlandita	Ca(OH) <sub>2</sub>	44-1481	3.1
Ettringita	(Ca <sub>6</sub> Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (OH) <sub>12</sub> ·26H <sub>2</sub> O)	72-0646	2.0
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	05-0586	1.3
Cordierita	(Mg,Fe) <sub>2</sub> Al <sub>4</sub> Si <sub>5</sub> O <sub>18</sub>	77-0293	1.2
Yeso	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	76-1746	0.4
Amorfo	---	---	20.2



**Figura 2.** Micrografías de la muestra *Patrón (molido)* a magnificaciones de 250X y 1000X.

**Tabla 3.** Composición química de la muestra *Patrón (molido)* obtenida mediante EDS.

Elemento químico	wt%	at%
C	6.46	11.04
O	47.13	60.49
Na	1.43	1.27
Mg	1.23	1.04
Al	4.80	3.65
Si	13.80	10.09
S	0.43	0.28
K	1.45	0.76
Ca	19.4	9.94
Ti	0.23	0.10
Fe	3.64	1.34



**Figura 3.** Micrografías de la muestra *Modificado (molido)* a magnificaciones de 250X y 1000X.

**Tabla 4.** Composición química de la muestra *Modificado (molido)* obtenida mediante EDS.

Elemento químico	wt%	at%
C	16.71	25.95
O	44.82	52.25
Na	1.46	1.19
Mg	1.16	0.89
Al	4.05	2.80
Si	12.59	8.36
S	0.33	0.19
K	1.15	0.55
Ca	14.35	6.68
Ti	0.17	0.07
Fe	3.21	1.07

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Centro de Caracterización de Materiales

*[Firma]*  
Dr. Jorge Andrés Guerra Torres  
Jefe



Anexo 7: Carta de autorización de laboratorio para la recolección de información



Universidad  
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

---

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Chiclayo, 22 de mayo de 2024

**Quien suscribe:**

**Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar**

**COORDINADOR DE LABORATORIO – LABORATORIO DE ENSAYOS DE  
MATERIALES**

**AUTORIZA:** Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCION DE LA GRAVA ”.

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar, coordinador de laboratorio. **AUTORIZO** a los estudiantes Asenjo Diaz Marleny Dany Elena, identificado con DNI N°75363495 y Renteria Risco Oscar Javier, identificado con DNI N°42166383, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo y autores del trabajo de investigación denominado “Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

**Ensayos realizados**

- **AGREGADOS.** Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y Global. N.T.P.400.012
- **AGREGADOS.** Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. 3ª. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009). N.T.P. 400.017:2011 (Revisada el 2016).

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

---

- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. N.T.P. 339.185:2013
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. N.T.P. 400.021
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. N.T.P. 400.022

Atentamente;



**USS** Universidad  
Señor de Sipán  
**Wilson Olaya Aguilar**  
COORDINADOR DE LABORATORIO / TALLERES  
EST. INGENIERIA CIVIL

## **CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

**Chiclayo, 10 de julio de 2024**

**Quien suscribe:**

**Srta. Yessenia Herrera Vásquez**

**(e) Gerente General – LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS  
W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.**

**AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado “DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCION DE LA GRAVA ”.**

Por el presente, quien suscribe, Yessenia Herrera Vásquez, Gerente General encargada de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** a los estudiantes Asenjo Diaz Marleny Dany Elena, identificado con DNI N°75363495 y Renteria Risco Oscar Javier, identificado con DNI N°42166383, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN y autores del trabajo de investigación denominado “Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava” para el uso de laboratorio técnico y formatos de procesamiento de datos y cálculo para obtención de resultados de control de calidad en efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

**Ensayos realizados**

- HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. N.T.P. 339.035:2009
- HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas. N.T.P. 339.080
- CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto 2ª Edición. N.T.P. 339.046:2008 (revisada el 2018)
- HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón. N.T.P.339.184

- CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. N.T.P. 339.034:2021
- CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método ensayo. N.T.P. 339.078:2022
- CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. N.T.P 339.084:2022
- STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). ASTM C-469

Atentamente;

 **LEMS W&C EIRL.**  
*Yessenia*  
**YESSENIA HERRERA VÁSQUEZ**  
(e) GERENTE GENERAL





CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS  
RUC: 20606479680

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-L-0620-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	0644
<b>2. Solicitante</b>	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
<b>3. Dirección</b>	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
<b>4. Instrumento calibrado</b>	<b>COMPARADOR DE CUADRANTE</b>
<b>Marca</b>	INSIZE
<b>Modelo</b>	NO INDICA
<b>N° de serie</b>	F2102561
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>Procedencia</b>	NO INDICA
<b>Alcance de indicación</b>	0 mm a 12,5 mm
<b>Resolución</b>	0,001 mm
<b>Tipo de indicación</b>	Digital
<b>5. Fecha de calibración</b>	2024-05-18

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-24

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0620-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza mediante el método de comparación directa entre la indicación del comparador y los bloques patrón de longitud tomando como referencia el procedimiento PC-014 "Procedimiento para la calibración de comparadores de cuadrante utilizando bloques patrón de longitud" (3ra Edición) del INACAL - DM.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de bloques patrón de longitud de 1 mm a 20 mm de clase 0	LLA-C-071-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El error máximo permitido del instrumento es proporcionado por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0620-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

### 11. Resultados de la medición

Valor patrón mm	Indicación del comparador mm	Error encontrado mm	Error Máximo Permitido ± mm
0,000	0,000	0,000	0,025
1,000	1,001	0,001	0,025
2,000	2,001	0,001	0,025
3,000	3,000	0,000	0,025
4,000	4,000	0,000	0,025
5,000	5,001	0,001	0,025
6,000	6,001	0,001	0,025
7,000	7,001	0,001	0,025
8,000	8,001	0,001	0,025
10,000	10,001	0,001	0,025
12,500	12,502	0,002	0,025

Incertidumbre de medición : 0,002 mm

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

## CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
N° de serie	8342028640
Identificación	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Capacidad máxima:	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Capacidad mínima	50 g
Clase de exactitud	II
5. Fecha de calibración	2024-05-18

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-24

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C
Humedad relativa	73 %	73 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0870-002-23
ELICROM	Juego de pesas de 1 kg a 5 kg de clase F1	CCP-0870-001-23
ELICROM	Pesa de 10 kg de clase F1	CLC-1532-003-23
ELICROM	Pesa de 20 kg de clase F1	CLC-1532-002-23

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 30010 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 12 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C<sup>-1</sup> según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

## CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

### 12. Resultados de la medición

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	73,0 %	73,0 %

Carga L1			15 000,0 g
I	$\Delta L$	E	
g	g	g	
15 000	0,4	0,1	
15 000	0,4	0,1	
15 000	0,3	0,2	
15 000	0,6	-0,1	
15 000	0,4	0,1	
15 000	0,5	0,0	
15 000	0,6	-0,1	
15 000	0,5	0,0	
15 000	0,5	0,0	
15 000	0,4	0,1	
Dif Máx. Encontrada		0,3	
EMP		2	

Carga L2			30 000,0 g
I	$\Delta L$	E	
g	g	g	
30 000	0,7	-0,2	
30 000	0,4	0,1	
30 000	0,6	-0,1	
30 000	0,5	0,0	
30 000	0,7	-0,2	
30 000	0,8	-0,3	
30 000	0,6	-0,1	
30 000	0,7	-0,2	
30 000	0,7	-0,2	
30 000	0,6	-0,1	
Dif Máx. Encontrada		0,4	
EMP		3	

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	73,0 %	73,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero $E_0$				Determinación del Error Corregido $E_c$				
	C. mínima g	I g	$\Delta L$ g	$E_0$ g	Carga L g	I g	$\Delta L$ g	E g	$E_c$ g
1	10,0	10	0,7	-0,2	10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,1
2		10	0,5	0,0		10 001	0,8	0,7	0,7
3		10	0,6	-0,1		9 999	0,4	-0,9	-0,8
4		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
5		10	0,5	0,0		10 002	0,7	1,8	1,8
Error máximo permitido ( $\pm$ )									2

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0174-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E <sub>0</sub>	10.0	10	0,7	-0,2					
50,0	50	0,7	-0,2	0,0	50	0,6	-0,1	0,1	1
3 000,0	3 000	0,4	0,1	0,3	3 000	0,6	-0,1	0,1	1
6 000,0	6 000	0,6	-0,1	0,1	6 000	0,7	-0,2	0,0	2
7 500,0	7 500	0,7	-0,2	0,0	7 500	0,5	0,0	0,2	2
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,2	10 000	0,6	-0,1	0,1	2
12 000,0	12 001	0,8	0,7	0,9	12 000	0,4	0,1	0,3	2
15 000,0	15 001	0,8	0,7	0,9	15 000	0,5	0,0	0,2	2
20 000,0	20 000	0,3	0,2	0,4	20 001	0,7	0,8	1,0	2
25 000,0	25 000	0,4	0,1	0,3	25 001	0,9	0,6	0,8	3
30 000,0	30 000	0,7	-0,2	0,0	30 000	0,7	-0,2	0,0	3

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza  
I: Lectura de indicación de la balanza  
E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero  
Ec: Error corregido  
ΔL: Carga incrementada

**Incertidumbre expandida de medición**

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,22 \text{ g}^2 + 0,0000000039 \cdot R^2}$$

**Lectura corregida de la balanza**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000026 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

## CA-LM-0175-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Marca	COREITO
Modelo	PF-100A
N° de serie	NO INDICA
Identificación	CI-0435 (*)
Procedencia	CHINA
Capacidad máxima:	100 kg
División de escala (d)	0,01 kg
Div. de verificación (e)	0,01 kg
Capacidad mínima	0,2 kg
Clase de exactitud	III
5. Fecha de calibración	2024-05-18

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-24

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0175-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,6 °C
Humedad relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1254-MPES-C-2023
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-1456-2023
TOTAL WEIGHT	Pesa de 10 kg de clase M2	CM-1455-2023
TOTAL WEIGHT	Pesas de 20 kg de clase M2	CM-1450-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
  - En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
  - Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 100 kg la balanza indicaba 100,07 kg)
  - El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
  - Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
  - En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 12 °C
  - Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a  $0,00001\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
  - El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
  - El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
  - El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.
- (\*) Identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Revisión 00

RT03-F01

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0175-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

**11. Inspección Visual**

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

**12. Resultados de la medición**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	64,0 %	64,0 %

Carga L1		50,001 kg	
I	$\Delta L$	E	
kg	kg	kg	
50,00	0,004	0,000	
50,00	0,006	-0,002	
50,00	0,006	-0,002	
50,00	0,007	-0,003	
50,00	0,006	-0,002	
50,00	0,004	0,000	
50,00	0,008	-0,004	
50,00	0,005	-0,001	
50,00	0,006	-0,002	
50,00	0,005	-0,001	
Dif Máx. Encontrada		0,004	
EMP		0,03	

Carga L2		100,001 kg	
I	$\Delta L$	E	
kg	kg	kg	
100,01	0,003	0,011	
100,02	0,008	0,016	
100,01	0,002	0,012	
100,01	0,004	0,010	
100,01	0,004	0,010	
100,01	0,005	0,009	
100,01	0,004	0,010	
100,01	0,006	-0,002	
100,01	0,007	0,007	
100,01	0,007	0,007	
Dif Máx. Encontrada		0,018	
EMP		0,03	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

3	4
2	5

	Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	64,0 %	64,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero $E_0$				Determinación del Error Corregido $E_c$				
	C. mínima kg	I kg	$\Delta L$ kg	$E_0$ kg	Carga L kg	I kg	$\Delta L$ kg	E kg	$E_c$ kg
1	0,100	0,10	0,006	-0,001	30,002	30,00	0,005	-0,002	-0,001
2		0,10	0,007	-0,002		30,02	0,006	0,017	0,019
3		0,10	0,005	0,000		30,00	0,004	-0,001	-0,001
4		0,10	0,004	0,001		29,99	0,004	-0,011	-0,012
5		0,10	0,006	-0,001		30,01	0,007	0,006	0,007
Error máximo permitido ( $\pm$ )									0,03

Revisión 00

RT03-F01

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

## CA-LM-0175-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final	Humedad	Inicial	Final
	25,6 °C	25,6 °C		64,0 %	64,0 %

Carga L kg	Carga creciente				Carga decreciente				EMP kg	
	I kg	ΔL kg	E kg	Ec kg	I kg	ΔL kg	E kg	Ec kg		
E <sub>0</sub>	0,100	0,10	0,006	-0,001						
	0,200	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,20	0,008	-0,003	-0,002	0,01
	10,001	10,00	0,007	-0,003	-0,002	10,00	0,008	-0,004	-0,003	0,02
	20,001	20,00	0,006	-0,002	-0,001	20,00	0,007	-0,003	-0,002	0,02
	30,002	30,00	0,005	-0,002	-0,001	30,00	0,005	-0,002	-0,001	0,03
	40,000	40,00	0,006	-0,001	0,000	40,01	0,006	0,009	0,010	0,03
	50,001	50,00	0,004	0,000	0,001	50,01	0,006	0,008	0,009	0,03
	60,002	60,00	0,006	-0,003	-0,002	60,01	0,004	0,009	0,010	0,03
	70,003	70,01	0,007	0,005	0,007	70,02	0,009	0,013	0,015	0,03
	80,001	80,01	0,007	0,007	0,008	80,02	0,009	0,015	0,016	0,03
	100,001	100,02	0,008	0,016	0,017	100,02	0,008	0,016	0,017	0,03

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza  
I: Lectura de indicación de la balanza  
E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero  
Ec: Error corregido  
ΔL: Carga incrementada

**Incertidumbre expandida de medición**

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,000050 \text{ kg}^2 + 0,000000044 \cdot R^2}$$

**Lectura corregida de la balanza**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000034 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en kg

### 13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0176-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Marca	AMPUT
Modelo	NO INDICA
N° de serie	457
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Capacidad máxima:	2000 g
División de escala (d)	0,01 g
Div. de verificación (e)	0,1 g
Capacidad mínima	5 g
Clase de exactitud	II
5. Fecha de calibración	2024-05-18

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-05-24

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0176-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,7 °C
Humedad relativa	73 %	73 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1254-MPES-C-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 2000 g la balanza indicaba 2000,84 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 12 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a  $0,00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0176-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

**11. Inspección Visual**

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

**12. Resultados de la medición**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	73,0 %	72,0 %

Carga L1		1 000,003 g
I	$\Delta L$	E
g	g	g
999,98	0,010	-0,028
999,96	0,009	-0,047
999,98	0,010	-0,028
999,97	0,009	-0,037
999,98	0,011	-0,029
999,97	0,010	-0,038
999,96	0,008	-0,046
999,98	0,010	-0,028
999,97	0,012	-0,040
999,96	0,011	-0,049
Dif Máx. Encontrada		0,021
EMP		0,20

Carga L2		2 000,004 g
I	$\Delta L$	E
g	g	g
2 000,00	0,011	-0,010
2 000,05	0,008	0,043
2 000,01	0,010	0,001
2 000,02	0,011	0,010
2 000,01	0,011	0,000
1 999,99	0,010	-0,019
2 000,00	0,011	-0,010
1 999,98	0,012	-0,031
1 999,99	0,009	-0,018
2 000,00	0,011	-0,010
Dif Máx. Encontrada		0,074
EMP		0,20

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C

	Inicial	Final
Humedad	73,0 %	73,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero $E_0$				Determinación del Error Corregido $E_c$				
	C. mínima g	I g	$\Delta L$ g	$E_0$ g	Carga L g	I g	$\Delta L$ g	E g	$E_c$ g
1	1,000	1,00	0,011	-0,006	650,001	649,99	0,010	-0,016	-0,009
2		0,99	0,010	-0,015		650,01	0,008	0,006	0,021
3		0,99	0,011	-0,016		649,97	0,009	-0,035	-0,018
4		1,00	0,010	-0,005		649,97	0,011	-0,037	-0,031
5		0,99	0,008	-0,013		650,00	0,010	-0,006	0,008
Error máximo permitido ( $\pm$ )									0,20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0176-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masas*

Página 4 de 4

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,7 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Carga L g	Carga creciente				Carga decreciente				EMP g
	I g	ΔL g	E g	Ec g	I g	ΔL g	E g	Ec g	
E <sub>0</sub> 1,000	1,00	0,009	-0,004						
5,000	4,99	0,010	-0,015	-0,011	5,01	0,012	0,003	0,007	0,10
200,001	199,99	0,008	-0,014	-0,010	200,02	0,011	0,013	0,017	0,10
400,001	399,99	0,011	-0,017	-0,013	399,98	0,008	-0,024	-0,020	0,10
650,001	649,98	0,010	-0,026	-0,021	649,98	0,010	-0,026	-0,021	0,20
800,002	799,98	0,009	-0,026	-0,022	799,96	0,008	-0,045	-0,041	0,20
1 000,003	999,96	0,009	-0,047	-0,043	999,91	0,008	-0,096	-0,092	0,20
1 200,004	1 200,04	0,012	0,029	0,033	1 200,00	0,009	-0,008	-0,004	0,20
1 400,004	1 400,04	0,010	0,031	0,035	1 400,00	0,009	-0,008	-0,004	0,20
1 600,005	1 600,04	0,011	0,029	0,034	1 599,99	0,010	-0,020	-0,015	0,20
2 000,004	2 000,00	0,010	-0,009	-0,005	2 000,00	0,010	-0,009	-0,005	0,20

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza  
I: Lectura de indicación de la balanza  
E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero  
Ec: Error corregido  
ΔL: Carga incrementada

**Incertidumbre expandida de medición**

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,00063 \text{ g}^2 + 0,0000000015 \cdot R^2}$$

**Lectura corregida de la balanza**

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000043 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

**13. Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-029-2024

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

1. Expediente: 0644
2. Solicitante: LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección: CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Equipo: HORNO DE SECADO
- Marca: PERUTEST
- Modelo: PT-H76
- N° de serie: 0176
- Procedencia: NO INDICA
- Identificación: NO INDICA
- Ubicación: LABORATORIO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	-50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	DIGITAL

5. Fecha de calibración 2024-05-18

Fecha de Emisión

2024-05-24



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-029-2024

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 7

### 6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	21,8 °C
Humedad relativa	73,9 %	73,9 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
MSG	Termómetro digital con 10 sensores tipo K ( CH01 al CH12) con incertidumbre en el orden de 0,11 °C a 0,14 °C	LTT24-0182

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La tensión eléctrica del equipo es 222 VAC
- La carga para la medición fue de 80 % y consistió de 4 bolos con muestras

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

**11. Resultados de la medición**

Temperatura ambiental promedio 21,0 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 3 horas  
El controlador se seteó en 110 °C

**TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C**

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,2	109,4	109,9	108,4	109,1	110,6	109,9	108,6	109,2	110,0	109,4	2,2
02	110,0	108,9	109,0	109,7	108,1	108,8	110,4	109,7	108,3	109,0	110,0	109,2	2,3
04	110,0	108,8	108,8	109,5	108,0	108,9	110,2	109,6	108,2	108,7	109,8	109,1	2,2
06	110,0	108,8	109,0	109,8	108,0	108,8	110,3	109,7	108,3	108,5	109,9	109,1	2,3
08	110,0	109,0	109,0	109,8	108,3	108,8	110,6	110,1	108,5	108,9	110,2	109,3	2,3
10	110,0	109,0	109,2	109,9	108,2	109,0	110,5	109,9	108,6	109,0	110,0	109,3	2,3
12	110,0	108,8	108,8	109,5	108,3	108,8	110,4	109,9	108,4	109,0	109,8	109,2	2,1
14	110,0	108,9	109,0	109,7	108,1	108,7	110,2	109,6	108,3	108,6	109,8	109,1	2,1
16	110,0	108,9	109,1	109,8	108,3	108,8	110,4	109,8	108,4	108,7	109,9	109,2	2,1
18	110,0	109,0	109,0	109,7	108,3	108,9	110,4	109,9	108,4	108,8	110,1	109,3	2,1
20	110,0	109,0	108,9	109,6	108,3	108,7	110,3	109,6	108,2	108,8	109,8	109,1	2,1
22	110,0	109,0	108,8	109,7	108,4	108,9	110,5	110,1	108,5	109,4	109,7	109,3	2,1
24	110,0	108,9	108,6	109,6	108,1	108,7	110,3	109,9	108,3	109,2	110,0	109,2	2,2
26	110,0	109,0	108,9	109,7	108,4	108,9	110,3	109,7	108,3	108,8	110,1	109,2	2,0
28	110,0	109,0	109,1	109,7	108,4	108,9	110,3	109,7	108,4	108,8	109,7	109,2	1,9
30	110,0	108,9	109,0	109,6	108,4	108,8	110,3	109,6	108,3	108,7	109,6	109,1	2,0
32	110,0	108,8	108,8	109,6	108,1	108,7	110,1	109,4	108,3	108,3	109,8	109,0	2,0
34	110,0	108,9	109,2	109,8	108,1	108,8	110,3	109,6	108,4	108,5	109,9	109,2	2,2
36	110,0	108,9	109,1	109,7	108,3	108,9	110,2	109,5	108,3	108,5	109,7	109,1	1,9
38	110,0	108,9	108,9	109,7	108,4	108,9	110,3	109,7	108,3	108,7	109,7	109,2	2,0
40	110,0	108,9	109,0	109,7	108,4	108,8	110,3	109,6	108,4	108,6	109,8	109,2	1,9
42	110,0	109,0	109,0	109,7	108,5	108,9	110,2	109,6	108,4	108,8	109,9	109,2	1,8
44	110,0	108,8	109,3	109,7	108,3	108,7	110,2	109,6	108,3	108,8	110,1	109,2	1,9
46	110,0	108,9	108,8	109,5	108,3	108,8	110,3	109,7	108,3	108,6	110,0	109,1	2,0
48	110,0	108,9	109,1	109,7	108,2	108,7	110,4	109,8	108,4	108,7	109,9	109,2	2,2
50	110,0	108,9	108,9	109,7	108,3	108,7	110,4	109,8	108,4	108,8	110,2	109,2	2,1
52	110,0	108,9	109,1	109,7	108,5	108,8	110,3	109,9	108,4	108,8	110,0	109,3	1,9
54	110,0	108,8	108,7	109,6	108,4	108,7	110,3	109,9	108,3	109,1	109,8	109,2	2,0
56	110,0	108,8	109,1	109,6	108,1	108,7	110,2	109,5	108,3	108,4	109,5	109,0	2,1
58	110,0	108,8	108,8	109,6	108,1	108,7	110,3	109,9	108,3	108,9	110,2	109,2	2,2
60	110,0	108,9	108,9	109,7	108,3	108,7	110,2	109,7	108,3	108,7	110,1	109,2	1,9
T. PROM		108,9	109,0	109,7	108,3	108,8	110,3	109,7	108,4	108,8	109,9	109,2	
Temp. máxima		109,2	109,4	109,9	108,5	109,1	110,6	110,1	108,6	109,4	110,2		
Temp. mínima		108,8	108,6	109,5	108,0	108,7	110,1	109,4	108,2	108,3	109,5		
DTT		0,4	0,8	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	0,4	1,1	0,7		

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	110,6	0,3
Mínima Temperatura medida	108,0	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,1	0,4
Estabilidad medida	0,55	0,05
Uniformidad medida	2,3	0,4

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
 T<sub>MAX</sub> : Temperatura máxima.  
 T<sub>MIN</sub> : Temperatura mínima.  
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

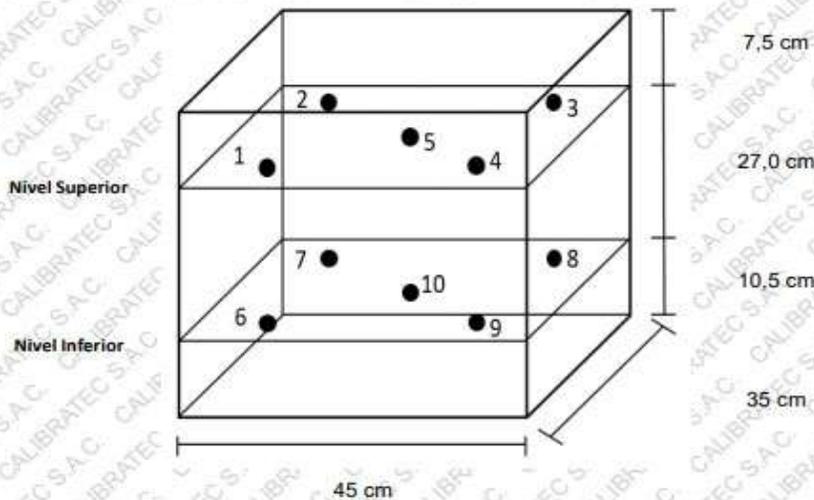
**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo  
CUMPLE con los límites especificados de temperatura**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-029-2024

Página 5 de 7

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 7 cm de las paredes laterales y a 7 cm del frente y fondo del equipo.

#### Incertidumbre

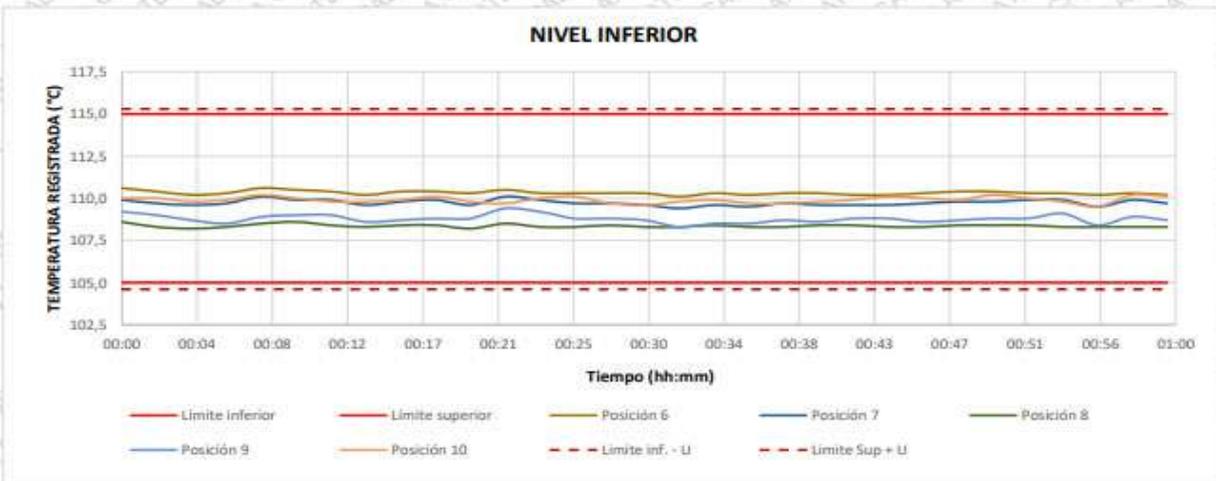
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

Página 6 de 7

**TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C**



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 7 de 7

**FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO**



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-030-2024

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

1. **Expediente:** 0644
2. **Solicitante:** LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. **Dirección:** CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. **Equipo:** HORNO DE SECADO  
**Marca:** PERUTEST  
**Modelo:** PT-H225  
**N° de serie:** 0120  
**Procedencia:** NO INDICA  
**Identificación:** NO INDICA  
**Ubicación:** LABORATORIO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	-50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	DIGITAL

5. **Fecha de calibración** 2024-05-18

Fecha de Emisión

2024-05-24



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-030-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 7

**6. Método de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

**7. Lugar de calibración**

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

**8. Condiciones ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	22,2 °C	22,8 °C
Humedad relativa	70,5 %	70,5 %

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
MSG	Termómetro digital con 10 sensores tipo K ( CH01 al CH12) con incertidumbre en el orden de 0,11 °C a 0,14 °C	LTT24-0182

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La tensión eléctrica del equipo es 222 VAC
- La carga para la medición fue de 90 % y consistió de 5 bolos con muestra

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-030-2024**

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

**11. Resultados de la medición**

Temperatura ambiental promedio 22,5 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 3 horas  
El controlador se seteó en 110 °C

**TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C**

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	105,8	110,8	109,4	109,2	107,5	112,0	112,0	110,0	108,4	112,1	109,7	6,4
02	110,0	106,4	111,2	109,9	109,9	108,1	112,5	112,8	110,9	108,9	112,4	110,3	6,5
04	110,0	106,7	111,2	109,8	109,7	108,0	112,6	112,8	110,8	108,9	112,3	110,3	6,2
06	110,0	106,5	111,0	109,7	109,5	107,7	112,3	112,3	110,4	108,7	112,0	110,0	5,8
08	110,0	106,8	111,4	110,1	109,8	108,2	112,7	113,2	111,0	108,9	112,2	110,4	6,5
10	110,0	106,8	111,8	110,5	110,2	108,5	113,0	113,3	111,4	109,4	112,8	110,8	6,6
12	110,0	106,7	111,5	109,8	109,7	108,1	112,6	112,6	110,6	109,2	112,1	110,3	5,9
14	110,0	106,9	111,3	109,8	109,8	108,3	112,5	112,8	110,7	109,1	112,0	110,3	6,0
16	110,0	107,1	111,7	110,3	110,3	108,6	113,2	113,4	111,3	109,5	112,5	110,8	6,4
18	110,0	106,9	111,5	110,1	110,1	108,4	112,8	112,7	110,8	109,2	112,4	110,5	5,9
20	110,0	106,9	111,2	109,6	109,6	108,2	112,5	112,4	110,5	108,9	111,7	110,1	5,6
22	110,0	107,3	111,7	110,2	110,3	108,5	112,9	113,3	111,2	109,3	112,2	110,7	6,1
24	110,0	107,5	111,7	110,2	110,2	108,5	113,1	113,2	111,3	109,5	112,3	110,8	5,7
26	110,0	107,3	111,5	110,2	110,0	108,4	112,9	112,8	111,0	109,3	112,1	110,6	5,6
28	110,0	107,2	111,5	110,1	110,0	108,7	112,7	112,7	110,8	109,1	112,0	110,5	5,6
30	110,0	107,3	111,6	110,2	110,0	108,6	112,9	113,1	111,0	109,2	112,0	110,6	5,9
32	110,0	107,3	111,9	110,3	110,3	108,7	113,2	113,4	111,4	109,5	112,5	110,8	6,2
34	110,0	107,4	111,8	110,6	110,5	109,0	113,0	112,9	111,1	109,5	112,4	110,8	5,5
36	110,0	107,2	111,7	110,2	110,2	108,6	113,0	112,9	110,9	109,4	112,1	110,6	5,8
38	110,0	107,5	111,9	110,4	110,3	108,8	113,3	113,3	111,5	109,6	112,2	110,9	5,8
40	110,0	107,6	112,0	110,6	110,4	108,9	113,2	113,3	111,5	109,7	112,5	111,0	5,7
42	110,0	107,5	111,7	110,3	110,2	108,8	113,1	112,8	111,2	109,4	112,2	110,7	5,5
44	110,0	107,3	111,5	110,0	109,9	108,5	112,6	112,7	110,7	109,1	111,6	110,4	5,4
46	110,0	107,8	111,8	110,7	110,6	109,1	113,1	113,5	111,5	109,4	112,2	111,0	5,7
48	110,0	107,5	112,0	110,5	110,5	108,9	113,3	113,3	111,5	109,7	112,1	110,9	5,8
50	110,0	107,4	111,7	110,2	110,3	108,5	113,0	112,8	110,9	109,5	112,1	110,7	5,5
52	110,0	107,4	111,7	110,4	110,3	108,7	112,9	112,9	111,0	109,3	111,8	110,6	5,6
54	110,0	107,6	111,8	110,3	110,3	108,9	113,1	113,3	111,2	109,5	111,9	110,8	5,7
56	110,0	107,6	111,8	110,4	110,4	108,8	113,2	113,1	111,2	109,5	111,9	110,8	5,5
58	110,0	107,6	111,8	110,4	110,3	108,8	113,2	113,2	111,1	109,4	111,8	110,8	5,6
60	110,0	107,5	111,9	110,5	110,5	108,9	113,4	113,4	111,3	109,6	112,0	110,9	5,9
T. PROM		107,2	111,6	110,2	110,1	108,5	112,9	113,0	111,0	109,3	112,2	110,6	
Temp. máxima		107,8	112,0	110,7	110,6	109,1	113,4	113,5	111,5	109,7	112,8		
Temp. mínima		105,8	110,8	109,4	109,2	107,5	112,0	112,0	110,0	108,4	111,6		
DTT		2,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,4	1,6	1,5	1,3	1,2		

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-030-2024

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	113,5	0,3
Mínima Temperatura medida	105,8	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,1	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	5,8	0,4
Estabilidad medida	1,05	0,05
Uniformidad medida	6,6	0,4

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
 T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
 T<sub>MAX</sub> : Temperatura máxima.  
 T<sub>MIN</sub> : Temperatura mínima.  
 DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

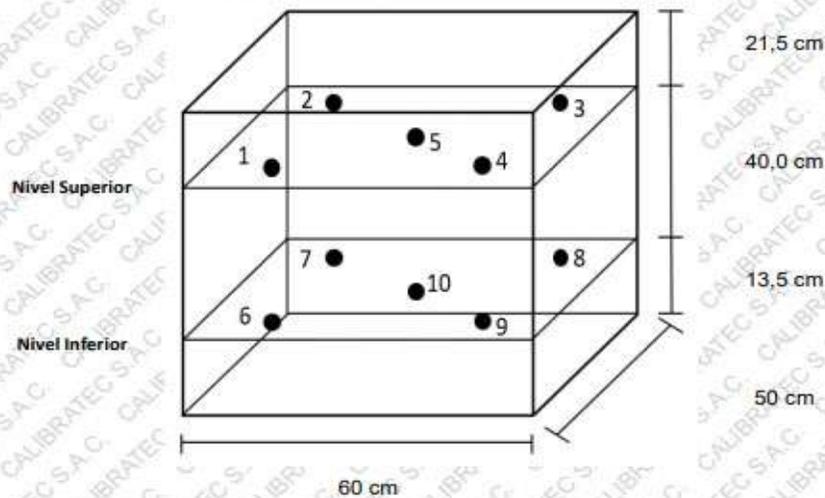
**Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo CUMPLE con los límites especificados de temperatura**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-030-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 7

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 12 cm de las paredes laterales y a 12 cm del frente y fondo del equipo.

#### Incertidumbre

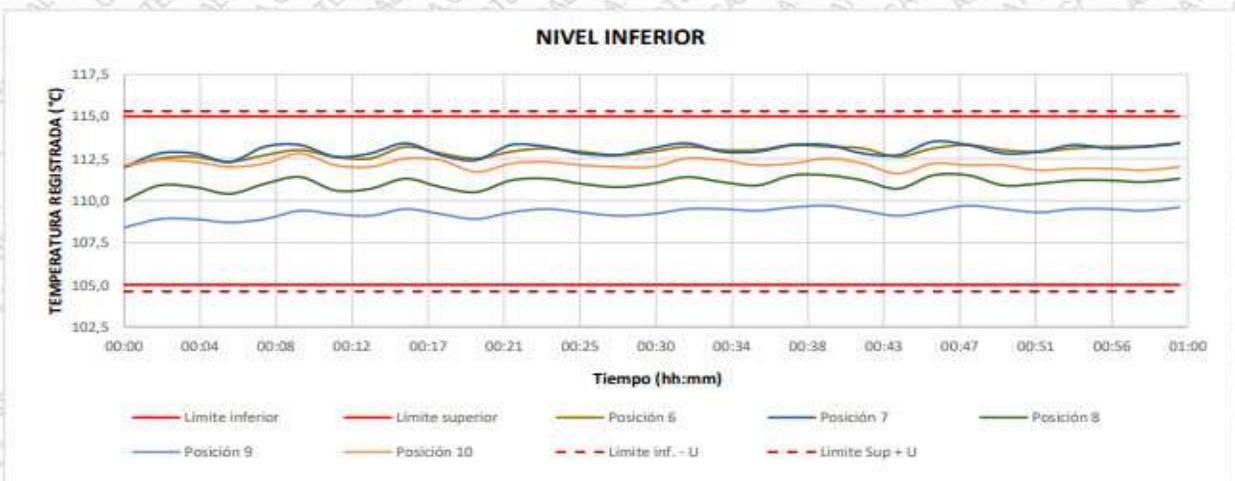
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-030-2024**

Página 6 de 7

**TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C**



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-030-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 7 de 7

**FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO**



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	4686-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W &amp; C E.I.R.L. - LEMS W &amp; C E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	2000 kN	
<b>Marca</b>	A Y A INSTRUMENT	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>Modelo</b>	STYE-2000B	
<b>Número de Serie</b>	131214	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	MC	
<b>Modelo</b>	STYLE-2000B	
<b>Número de Serie</b>	131214	
<b>Resolución</b>	0.01 / 0.1 kN (*)	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2023-09-02	

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-09-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 de INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

En el laboratorio del cliente  
Laboratorio de Materiales de LEMS W & C E.I.R.L.

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 093-23 (B)
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	CCP-0102-001-23

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kN)	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100	100.8	101.1	100.9	101.0
20	200	201.0	201.4	201.1	201.3
30	300	301.6	301.6	301.5	301.5
40	400	400.8	400.8	400.7	400.8
50	500	501.7	500.7	501.6	501.2
60	600	600.5	600.0	600.4	600.2
70	700	700.7	700.7	700.5	700.7
80	800	799.6	790.9	799.3	795.2
90	900	899.8	900.5	899.6	900.1
100	1000	1001.6	1000.3	1001.3	1000.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	-0.97	0.29	0.00	0.10	0.60
200	-0.62	0.19	0.00	0.05	0.58
300	-0.51	0.03	0.00	0.03	0.58
400	-0.20	0.04	0.00	0.03	0.58
500	-0.23	0.21	0.00	0.02	0.59
600	-0.04	0.07	0.00	0.02	0.58
700	-0.09	0.03	0.00	0.01	0.57
800	0.60	1.10	0.00	0.01	0.85
900	-0.01	0.11	0.00	0.01	0.58
1000	-0.08	0.13	0.00	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Página 1 de 3

<b>1. Expediente</b>	<b>2605-2023</b>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W &amp; C E.I.R.L. - LEMS W &amp; C E.I.R.L.</b>
<b>3. Dirección</b>	<b>CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO</b>
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)</b>
<b>Volumen</b>	<b>7.1 l</b>
<b>Marca</b>	<b>ELE INTERNATIONAL</b>
<b>Modelo</b>	<b>34-3265</b>
<b>Número de Serie</b>	<b>H190611</b>
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>
<b>Tipo de Indicación</b>	<b>Analógico</b>
<b>Alcance de indicación</b>	<b>100% a 0% (Contenido de aire) 0 a 15 psi</b>
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2023-05-16</b>

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-05-16

Jefe del Laboratorio de Metrología



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa entre las indicaciones de lectura del manómetro de deformación elástica y el manómetro patrón tomando como referencia el método descrito en la norma ASTM C 231-04 "Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method" y el documento INDECOPI/SNM PC - 004: 2012 "Procedimiento de calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros de deformación elástica".

### 7. Lugar de calibración

En el laboratorio de Presion de PERUTEST S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23 °C	23 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL	Manómetro Digital con Incertidumbre 0.15	LFP-018-2023
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT- LP - 061 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 3 de 3

### 10. Resultados de Medición

Medidor de Aire tipo Bourdon					
Indicación A Calibrar (psi)	Indicación Manómetro Patrón		Error de Indicación		de Histeresis (psi)
	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	Ascendente (psi)	Descendente (psi)	
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	5.1	5.1	-0.1	0.0	0.0
10	10.1	10.1	-0.1	-0.3	-0.2
15	15.1	14.8	-0.2	-0.3	-0.1

Ensayo de Contenido de Aire (%)					
% De Aire	Indicación del Manómetro			Promedio	Error (%)
5.0	5.00	5.00	5.00	5.00	0.00
10.0	10.20	10.00	10.00	10.07	0.07
15.0	15.20	15.20	15.20	15.20	0.20
20.0	20.30	20.20	20.20	20.23	0.23
30.0	30.30	30.30	30.30	30.30	0.30
50.0	50.35	50.35	50.35	50.35	0.35
100.0	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00
Error Máximo Permitido (EMP)					1.0 (%)

Nota 1.- El punto inicial se determinó en 100%, para obtener el cero.

### 11. Observaciones

- (\*) Serie grabado en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La densidad en el lugar de calibración es de 1.184 kg/m<sup>3</sup>



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO**

**TESIS: “DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y  
MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS  
TRITURADOS COMO SUSTITUCION DE LA GRAVA”**

**AUTOR:**

**BACH. ASENJO DIAZ MARLENY DANY ELENA  
BACH. RENTERIA RISCO OSCAR JAVIER**

<b>SIMBOLO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
MD0	CONCRETO PATRON (CP)
MD1	CP+25% DE AZULEJOS TRITURADOS
MD2	CP+50% DE AZULEJOS TRITURADOS
MD3	CP+75% DE AZULEJOS TRITURADOS
MD4	CP+100% DE AZULEJOS TRITURADOS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION****Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,996	,998	15

**Estadísticas de total de elemento**

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
MD0_7	3190,5067	3209,597	,975	.	,996
MD0_14	3138,5233	3090,819	,997	.	,996
MD0_28	3128,6167	3254,381	,977	.	,996
MD1_7	3173,1900	3213,757	,998	.	,996
MD1_14	3117,0200	3156,857	1,000	.	,996
MD1_28	3106,5267	3264,526	,984	.	,996
MD2_7	3183,7700	3347,888	1,000	.	,996
MD2_14	3130,6000	3176,838	,996	.	,996
MD2_28	3119,7700	3252,709	,975	.	,996
MD3_7	3192,6100	3280,342	,976	.	,996
MD3_14	3143,9467	3169,124	,983	.	,996
MD3_28	3131,9200	3334,388	,990	.	,996
MD4_7	3200,8400	3183,731	,971	.	,996
MD4_14	3154,4700	3232,089	,957	.	,996

MD4_28	3141,0500	3213,892	,936	.	,996
--------	-----------	----------	------	---	------

## ANOVA con prueba de Cochran

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	Q de Cochran	Sig
Inter sujetos		493,546	2	246,773		
Intra sujetos	Entre elementos	39116,825	14	2794,059	41,971	,000
	Residuo	26,934	28	,962		
	Total	39143,759	42	931,994		
Total		39637,304	44	900,848		

Media global = 225,0160

En la tabla donde se muestra la prueba de confiabilidad "Alfa de Cronbach", podemos observar que el valor obtenido es 0.996 lo que nos permite inferir que los datos sean confiables, asimismo en la tabla donde se muestra el análisis de varianza (ANOVA), podemos observar que el p valor (0.00) es  $<0.05$ , por lo que se rechaza la  $H_0$ , y se concluye que los porcentajes de los testigos del concreto, es decir que es óptimo para las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión.

**ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD****Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,933	,952	15

**Estadísticas de total de elemento**

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
MD0_7	3122125,0000	1330063783,000	,974	.	,921
MD0_14	3093742,3333	1256559230,333	,909	.	,921
MD0_28	3082307,6667	1325505530,333	,973	.	,921
MD1_7	3109615,0000	1503767839,000	,723	.	,933
MD1_14	3080355,0000	1501234084,000	,970	.	,933
MD1_28	3072200,3333	1315854244,333	1,000	.	,920
MD2_7	3112345,6667	1273748914,333	,925	.	,920
MD2_14	3093324,6667	1241017384,333	,999	.	,918
MD2_28	3083817,6667	1419086021,333	,685	.	,929
MD3_7	3117139,6667	1082696692,333	,946	.	,923
MD3_14	3096904,3333	1707096892,333	-,713	.	,955
MD3_28	3083003,0000	1186711851,000	,734	.	,932
MD4_7	3122426,0000	1386265897,000	,731	.	,927
MD4_14	3100104,6667	1492970194,333	,603	.	,933
MD4_28	3091782,3333	1380864592,333	,849	.	,925

**ANOVA con prueba de Cochran**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	Q de Cochran	Sig
Inter sujetos		207203334,578	2	103601667,289		
Intra sujetos	Entre elementos	10842151553,778	14	774439396,698	41,258	,000
	Residuo	195032723,422	28	6965454,408		
	Total	11037184277,200	42	262790101,838		
Total		11244387611,778	44	255554263,904		

Media global = 221243,7778

En la tabla donde se muestra la prueba de confiabilidad "Alfa de Cronbach", podemos observar que el valor obtenido es 0.933 lo que nos permite inferir que los datos sean confiables, asimismo en la tabla donde se muestra el análisis de varianza (ANOVA), podemos observar que el p valor (0.00) es  $<0.05$ , por lo que se rechaza la  $H_0$ , y se concluye que los porcentajes de los testigos del concreto, es decir que es óptimo para las propiedades mecánicas de resistencia de módulos elásticos.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION****Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,932	,900	15

**Estadísticas de total de elemento**

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
MD0_7	519,7967	829,581	-,953	.	,944
MD0_14	511,8767	839,076	-,909	.	,946
MD0_28	511,1600	669,468	,852	.	,922
MD1_7	515,4000	710,674	,935	.	,924
MD1_14	506,9000	628,534	,951	.	,918
MD1_28	505,3600	672,463	,992	.	,920
MD2_7	515,6400	593,555	,830	.	,925
MD2_14	508,7233	703,314	,836	.	,925
MD2_28	506,6033	662,511	,926	.	,920
MD3_7	519,1200	687,821	1,000	.	,921
MD3_14	511,4800	728,005	,825	.	,927
MD3_28	509,2600	740,416	,827	.	,929
MD4_7	520,7567	683,176	,620	.	,929
MD4_14	514,2600	620,921	,816	.	,923
MD4_28	512,6967	594,263	,826	.	,925

**ANOVA con prueba de Cochran**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	Q de Cochran	Sig
Inter sujetos		105,239	2	52,620		
Intra sujetos	Entre elementos	994,749	14	71,054	38,141	,000
	Residuo	100,644	28	3,594		
	Total	1095,393	42	26,081		
Total		1200,632	44	27,287		

Media global = 36,6144

En la tabla donde se muestra la prueba de confiabilidad "Alfa de Cronbach", podemos observar que el valor obtenido es 0.932 lo que nos permite inferir que los datos sean confiables, asimismo en la tabla donde se muestra el análisis de varianza (ANOVA), podemos observar que el p valor (0.00) es  $<0.05$ , por lo que se rechaza la  $H_0$ , y se concluye que los porcentajes de los testigos del concreto, es decir que es óptimo para las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION****Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,929	,916	15

**Estadísticas de total de elemento**

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
MD0_7	307,5467	277,687	,858	.	,917
MD0_14	303,1133	347,971	-,148	.	,936
MD0_28	301,4133	303,972	,782	.	,921
MD1_7	303,3333	316,049	,645	.	,925
MD1_14	298,3400	339,275	,110	.	,935
MD1_28	297,7167	307,348	,733	.	,922
MD2_7	304,6800	353,560	-,202	.	,943
MD2_14	300,1133	288,276	,538	.	,932
MD2_28	297,8667	291,713	,992	.	,915
MD3_7	306,5333	266,883	,995	.	,912
MD3_14	302,3700	257,675	,994	.	,911
MD3_28	300,5000	303,018	1,000	.	,918
MD4_7	307,3433	290,716	,949	.	,916
MD4_14	303,9133	314,984	,478	.	,929

MD4_28	303,1300	270,683	,966	.	,913
--------	----------	---------	------	---	------

## ANOVA con prueba de Cochran

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	Q de Cochran	Sig
Inter sujetos		45,988	2	22,994		
Intra sujetos	Entre elementos	437,844	14	31,275	38,006	,001
	Residuo	46,014	28	1,643		
	Total	483,858	42	11,520		
Total		529,846	44	12,042		

Media global = 21,6091

En la tabla donde se muestra la prueba de confiabilidad "Alfa de Cronbach", podemos observar que el valor obtenido es 0.929 lo que nos permite inferir que los datos sean confiables, asimismo en la tabla donde se muestra el análisis de varianza (ANOVA), podemos observar que el p valor (0.00) es  $<0.05$ , por lo que se rechaza la  $H_0$ , y se concluye que los porcentajes de los testigos del concreto, es decir que es óptimo para las propiedades mecánicas de resistencia a la tracción.

## Anexo 10: Análisis estadístico

Bach. Asenjo Diaz Marleny  
Bach. Rentería Risco Oscar Javier

### ANALISIS ESTADISTICO

#### Prueba de hipótesis

Nivel de significancia

Confianza 95%

Significancia 5%

Prueba estadística a emplear

#### **Ensayo De Resistencia A La Compresión**

##### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	DM00	246,6233	3	3,87714	2,23847
	DM01	275,3767	3	5,11215	2,95150
Par 2	DM00	246,6233	3	3,87714	2,23847
	DM02	253,8033	3	3,51719	2,03065
Par 3	DM00	246,6233	3	3,87714	2,23847
	DM03	243,3200	3	3,12549	1,80450
Par 4	DM00	246,6233	3	3,87714	2,23847
	DM04	233,8567	3	3,84783	2,22155

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	DM00 - DM01	18,207	2	,003
Par 2	DM00 - DM02	6,091	2	,026
Par 3	DM00 - DM03	4,146	2	,054
Par 4	DM00 - DM04	11,411	2	,008

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con azulejos para la Resistencia A La Compresión Significativa ( $p < 0.05$ ) y optima está dada al grupo DM01 ( $t = 18.207$ ) demostrado con una confiabilidad del 95%.

**Ensayo De Modulo de elasticidad**

**Estadísticas de muestras emparejadas**

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	DM00	233082,3333	3	2598,24794	1500,09914
	DM01	243523,0000	3	2270,66136	1310,96695
Par 2	DM00	233082,3333	3	2598,24794	1500,09914
	DM02	234839,0000	3	2494,43300	1440,16157
Par 3	DM00	233082,3333	3	2598,24794	1500,09914
	DM03	230453,6667	3	2238,13725	1292,18914
Par 4	DM00	233082,3333	3	2598,24794	1500,09914
	DM04	224207,6667	3	2122,43076	1225,38597

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	DM00 - DM01	22,403	2	,002
Par 2	DM00 - DM02	0,606	2	,606
Par 3	DM00 - DM03	1,429	2	,289
Par 4	DM00 - DM04	3,923	2	,059

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con azulejos para la Resistencia de modulo de elasticidad ( $p < 0.05$ ) y optima está dada al grupo DM01 ( $t = 22.403$ ) demostrado con una confiabilidad del 95%.

**Ensayo De Resistencia A La Flexión**

**Estadísticas de muestras emparejadas**

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	DM00	39,3900	3	1,07140	,61857
	DM01	44,8567	3	1,01589	,58652
Par 2	DM00	39,3900	3	1,07140	,61857
	DM02	41,9467	3	1,48325	,85636
Par 3	DM00	39,3900	3	1,07140	,61857
	DM03	40,2900	3	1,35326	,78130
Par 4	DM00	39,3900	3	1,07140	,61857
	DM04	38,5200	3	1,07893	,62292

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	DM00 - DM01	4,642	2	,043
Par 2	DM00 - DM02	1,784	2	,216
Par 3	DM00 - DM03	0,688	2	,562
Par 4	DM00 - DM04	1,002	2	,422

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con azulejos para la Resistencia a la flexión ( $p < 0.05$ ) y optima está dada al grupo DM01 ( $t = 4,642$ ) demostrado con una confiabilidad del 95%.

**Ensayo De Resistencia A La Tracción**

**Estadísticas de muestras emparejadas**

		Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	DM00	23,3900	3	1,19151	,68792
	DM01	26,9100	3	1,18038	,68149
Par 2	DM00	23,3900	3	1,19151	,68792
	DM02	26,6033	3	,94384	,54493
Par 3	DM00	23,3900	3	1,19151	,68792
	DM03	24,6367	3	,72501	,41858
Par 4	DM00	23,3900	3	1,19151	,68792
	DM04	22,0067	3	1,14308	,65996

		t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1	DM00 - DM01	30,370	2	,001
Par 2	DM00 - DM02	3,771	2	,064
Par 3	DM00 - DM03	2,553	2	,125
Par 4	DM00 - DM04	5,352	2	,033

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con azulejos para la Resistencia a la tracción ( $p < 0.05$ ) y optima está dada al grupo DM01 ( $t = 30.370$ ) demostrado con una confiabilidad del 95%.

Anexo 11: Validez de instrumento

JUEZ 01

Colegiatura N° 44447

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del validador	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Sipión Montenegro Rosario del Carmen	Especialista de Costos /Consortio Supervisor Belisario/ OBRA: "Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Disposición de Excretas en los centros poblados Belisario, el Barco, la Angostura, Tres Cruces y Noria Honda del distrito de Sechura, provincia de Sechura. departamento de Piura"	Ensayo de Compresión, Modulo de Elasticidad, Flexión, Tracción y Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	Asenjo Diaz Marleny Dany Elena Renteria Risco Oscar Javier

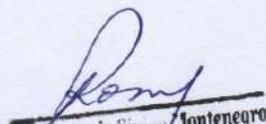
Título de la Investigación:

"DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA GRAVA"

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba +en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Módulo de elasticidad	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	A	CONFORME

  
Ing. Rosario Sipión Montenegro  
CIP. 44447

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Items	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	x		x		x		x	
2	Módulo de elasticidad	x		x		x		x	
3	Flexión	x		x		x		x	
4	Tracción	x		x		x		x	
5	Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	x		x		x		x	

**Observaciones:**

Presenta suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava"

**Opinión de aplicabilidad:**

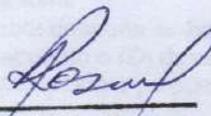
Aplicable ( X )

Aplicable después de corregir ( )

No aplicable ( )

**Apellidos y nombres del juez validador 01:** Sipión Montenegro Rosario del Carmen.

**Especialidad:** Ingeniero Civil

  
**Eng. Rosario Sipión Montenegro**  
**CIP. 44447**

.....  
**Juez Experto**

JUEZ 02

Colegiatura N° 144905

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del validador	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Córdova Coronado Jesús	Especialista en Sistemas Hidraulicos/Consortio Supervisor Belisario/ OBRA: "Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Disposición de Excretas en los centros poblados Belisario, el Barco, la Angostura, Tres Cruces y Noria Honda del distrito de Sechura, provincia de Sechura. departamento de Piura"	Ensayo de Compresión, Modulo de Elasticidad, Flexión, Tracción y Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	Asenjo Diaz Marleny Dany Elena Renteria Risco Oscar Javier
<p><b>Título de la Investigación:</b>                      "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA GRAVA"</p>			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba +en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Módulo de elasticidad	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	A	CONFORME

  
 JESÚS CORDOVA CORONADO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg CIP N 144405

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	x		x		x		x	
2	Módulo de elasticidad	x		x		x		x	
3	Flexión	x		x		x		x	
4	Tracción	x		x		x		x	
5	Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	x		x		x		x	

Observaciones:

Presenta suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava"

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable ( X )

Aplicable después de corregir ( )

No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador 02: Córdova Coronado Jesús.

Especialidad: Ingeniero Civil

  
 JESÚS CORDOVA CORONADO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg CIP N 144405

Juez Experto

JUEZ 03

Colegiatura N° 94204

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del validador	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Vásquez Vargas Wilmer Aurelio	Asistente De Residente/Consortio Supervisor Belisario/ OBRA: "Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Disposición de Excretas en los centros poblados Belisario, el Barco, la Angostura, Tres Cruces y Noria Honda del distrito de Sechura, provincia de Sechura. departamento de Piura"	Ensayo de Compresión, Modulo de Elasticidad, Flexión, Tracción y Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	Asenjo Diaz Marleny Dany Elena Renteria Risco Oscar Javier
<b>Título de la Investigación:</b> "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA GRAVA"			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba +en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Módulo de elasticidad	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	A	CONFORME

  
**Wilmer Aurelio Vásquez Vargas**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 24274

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	x		x		x		x	
2	Módulo de elasticidad	x		x		x		x	
3	Flexión	x		x		x		x	
4	Tracción	x		x		x		x	
5	Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	x		x		x		x	

**Observaciones:**

Presenta suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava"

**Opinión de aplicabilidad:**

Aplicable ( X )

Aplicable después de corregir ( )

No aplicable ( )

**Apellidos y nombres del juez validador 03:** Vásquez Vargas Wilmer Aurelio.

**Especialidad:** Ingeniero Civil

  
 .....  
 Wilmer Aurelio Vásquez Vargas  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. SIP. N° 94204  
 .....

Juez Experto

JUEZ 04

Colegiatura N° 204345

**Ficha de validación según AIKEN**
**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del validador	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Vigo Pajares Jeyson Francis	Supervisor	Ensayo de Compresión, Modulo de Elasticidad, Flexión, Tracción y Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	Asenjo Diaz Marleny Dany Elena Renteria Risco Oscar Javier
<b>Título de la Investigación:</b>			
"DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA GRAVA"			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba +en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Módulo de elasticidad	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	A	CONFORME

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	x		x		x		x	
2	Módulo de elasticidad	x		x		x		x	
3	Flexión	x		x		x		x	
4	Tracción	x		x		x		x	
5	Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	x		x		x		x	

Observaciones:

Presenta suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava"

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable ( X )

Aplicable después de corregir ( )

No aplicable ( )

**Apellidos y nombres del juez validador 04:** Vigo Pajares Jeyson Francis.

**Especialidad:** Ingeniero Civil

  
Jeyson Francis Vigo Pajares  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 204345

Juez Experto

JUEZ 05

Colegiatura N° 24446

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del validador	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del Instrumento
Ruiz Saavedra Nepton David	Docente Universidad Señor de Sipán	Ensayo de Compresión, Modulo de Elasticidad, Flexión, Tracción y Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	Asenjo Diaz Marleny Dany Elena Renteria Risco Oscar Javier
<b>Título de la Investigación:</b> "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO ADICIONANDO AZULEJOS TRITURADOS COMO SUSTITUCIÓN DE LA GRAVA"			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba + en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
Compresión	A	CONFORME
Módulo de elasticidad	A	CONFORME
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	A	CONFORME

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	x		x		x		x	
2	Módulo de elasticidad	x		x		x		x	
3	Flexión	x		x		x		x	
4	Tracción	x		x		x		x	
5	Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	x		x		x		x	

**Observaciones:**

Presenta suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto adicionando azulejos triturados como sustitución de la grava"

**Opinión de aplicabilidad:**

Aplicable ( X )

Aplicable después de corregir ( )

No aplicable ( )

**Apellidos y nombres del juez validador 05:** Ruiz Saavedra Nepton David.

**Especialidad:** Ingeniero Civil

*[Handwritten Signature]*  
 Juez Experto  
 CIP 24446

Nombre del autor	Carga o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autores del instrumento
Asesor Díaz	Escuela de Ingeniería	Ensayo de Compresión	Asesor Díaz
Marfery Dany Elena	Escuela de Ingeniería	Módulo de Elasticidad	Marfery Dany Elena
Rivera Risco	Escuela de Ingeniería	Tensión	Rivera Risco
Óscar Javier	Escuela de Ingeniería	Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	Óscar Javier

Característica	Calificación	Observaciones
Módulo de elasticidad	A	CONFORME
Tensión	A	CONFORME
Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	A	CONFORME

**iii. Opinión de aplicabilidad del instrumento, certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	Claridad		Cobertura		Congruencia		Seriedad del contenido
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1. Función	X		X		X		X
2. Compresión	X		X		X		X
3. Módulo de elasticidad	X		X		X		X
4. Tensión	X		X		X		X
5. Difracción de rayos X (XRD) con SEM-EDS	X		X		X		X

# Anexo 12: Fotografía

## FOTO - ENSAYOS DE LOS AGREGADOS



FOTO: AZULEJOS TRITURADOS – ENSAYOS



FOTO: ENSAYOS DE CONCRETO FRESCO



FOTO: PREPARACION DE PROBETAS



FOTO: ENSAYO DE PROPIEDADES MECANICAS



## Anexo 13: Ficha técnica - Cemento



### Cemento Tipo I Cemento Portland de uso general Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

#### REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	1.7
SO <sub>2</sub>	Máximo	3.00	%	NTP 334.086	2.82
Alcalis equivalente	-	-	%	NTP 334.086	0.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	2.8
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

#### REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
<b>Finura</b>					
Superficie específica	Mínimo	2,600	cm <sup>2</sup> /g	NTP 334.002	4100
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.08
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	7
<b>Resistencia a la compresión</b>					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	27.6 (4000)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	33.3 (4830)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	40.5 (5870)
<b>Tiempo de fraguado Vicat</b>					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	148
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	274
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días	Máximo	0.000	%	NTP 334.093	0.008

\*Valores promedio referenciales de lotes despachados / \*\*Requisito opcional.

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos físicos y químicos de la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo

Para más información ingresa a:  
[www.cementospacasmayo.com.pe](http://www.cementospacasmayo.com.pe)  
O escanea el código QR:



Anexo 14: Análisis de precios por diseño de mezcla

Diseño	Material	Cantidad	Unidad	Cantidad (m3)		P.U. (S/ )	Parcial (S/ )	Total (S/ )
				Cantidad	Unidad			
<b>MD-0</b> <b>CP (F'c=210 kg/cm2)</b>	Cemento	382	Kg.	8.99	m3	33.00	296.61	384.40
	Ag. Fino	853	Kg.	0.54	m3	55.00	29.97	
	Ag. Grueso	906	Kg.	0.63	m3	75.00	47.30	
	Agua	263	Lts.	0.26	m3	40.00	10.52	
<b>MD-1</b> <b>CP+25%AT</b>	Cemento	382	Kg.	8.99	m3	33.00	296.61	452.06
	Ag. Fino	853	Kg.	0.54	m3	55.00	29.97	
	Ag. Grueso	680	Kg.	0.47	m3	75.00	35.50	
	Agua	263	Lts.	0.26	m3	40.00	10.52	
	Azulejo Triturado (AT)	227	Kg.	227	Kg.	0.35	79.45	
<b>MD-2</b> <b>CP+50%AT</b>	Cemento	382	Kg.	8.99	m3	33.00	296.61	519.30
	Ag. Fino	853	Kg.	0.54	m3	55.00	29.97	
	Ag. Grueso	453	Kg.	0.32	m3	75.00	23.65	
	Agua	263	Lts.	0.26	m3	40.00	10.52	
	Azulejo Triturado (AT)	453	Kg.	453	Kg.	0.35	158.55	
<b>MD-3</b> <b>CP+75%AT</b>	Cemento	382	Kg.	8.99	m3	33.00	296.61	586.96
	Ag. Fino	853	Kg.	0.54	m3	55.00	29.97	
	Ag. Grueso	227	Kg.	0.16	m3	75.00	11.85	
	Agua	263	Lts.	0.26	m3	40.00	10.52	
	Azulejo Triturado (AT)	680	Kg.	680	Kg.	0.35	238.00	
<b>MD-4</b> <b>CP+100%AT</b>	Cemento	382	Kg.	8.99	m3	33.00	296.61	654.20
	Ag. Fino	853	Kg.	0.54	m3	55.00	29.97	
	Ag. Grueso	0	Kg.	0.00	m3	75.00	0.00	
	Agua	263	Lts.	0.26	m3	40.00	10.52	
	Azulejo Triturado (AT)	906	Kg.	906	Kg.	0.35	317.10	