



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-  
MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO  
CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL  
PESO DE CEMENTO**

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

**Autor(es)**

**Bach. Damian Paico Juan Daniel**  
<https://orcid.org/0000-0002-7948-0187>

**Asesora**

**Mg. Vasquez Chavez Lily Rocio**  
<https://orcid.org/0000-0001-7583-0365>

**Línea de Investigación:**

**Tecnología e Innovación en el Desarrollo de la Construcción y la  
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

**Sub línea de Investigación**

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

**Pimentel – Perú**

**2024**

**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO**

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 a las citas y referencias bibliográficas, respetando al 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:

Damian Paico Juan Daniel	DNI: 75711658	
--------------------------	---------------	---

Pimentel, 26 de agosto de 2024.

NOMBRE DEL TRABAJO

**TESIS RECORTADA-DAMIAN PAICO JUAN DANIEL.docx**

AUTOR

**JUAN DANIEL DAMIAN PAICO**

RECUENTO DE PALABRAS

**8441 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**43082 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**30 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**976.0KB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 30, 2024 5:23 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 30, 2024 5:24 PM GMT-5**

### ● 19% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL  
CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN  
AL PESO DE CEMENTO**

**Aprobación del jurado**

---

DR. CORONADO ZULOETA OMAR

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

DR. MARIN BARDALES NOE HUMBERTO

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MG. IDROGO PEREZ CESAR ANTONIO

**Vocal del Jurado de Tesis**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	23
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
3.1 Resultados.....	29
3.2 Discusión .....	35
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	37
4.1 Conclusiones .....	37
4.2. Recomendaciones .....	37
REFERENCIAS .....	38
ANEXOS.....	44

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA I.</b> Operacionalización de variable independiente. ....	24
<b>TABLA II.</b> Operacionalización de variable dependiente. ....	25
<b>Tabla III.</b> Muestras de especímenes de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> . ....	26
<b>TABLA IV.</b> Características físicas de los agregados naturales. ....	29
<b>TABLA V.</b> Características físicas de la ceniza de coronta de maíz. ....	30
<b>TABLA VI.</b> Diseño de mezcla del concreto patrón $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> . ....	31

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1.</b> Flujograma del proceso del desarrollo de la investigación. ....	28
<b>Fig. 2.</b> Ensayos del concreto en estado fresco. a) Temperatura, b) Asentamiento.....	31
<b>Fig. 3.</b> Ensayos del concreto en estado fresco. a) Contenido de aire, b) Peso unitario .....	32
<b>Fig. 4.</b> Resistencia a compresión de los testigos elaborados con y sin reemplazo de CCM	33
<b>Fig. 5.</b> Resistencia a tracción de los testigos elaborados con y sin reemplazo de CCM.....	33
<b>Fig. 6.</b> Resistencia a flexión de los testigos elaborados con y sin reemplazo de CCM.....	34
<b>Fig. 7.</b> Módulo de elasticidad de los testigos elaborados con y sin reemplazo de CCM .....	34

# EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO

## RESUMEN

Este estudio lleva por propósito evaluar el comportamiento físico y mecánico del concreto reemplazando el cemento por ceniza de coronta de maíz, siendo una investigación de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental. Para ello, se elaboró un diseño de mezcla  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, fabricándose testigos cilíndricos y prismáticos evaluando las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Respecto al reemplazo de la ceniza de coronta de maíz se realizó en función del peso del material cementante en las dosificaciones de 5%, 10% y 15%, para los cuales los resultados fueron favorables para la resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad, presentando un aumento en la consistencia y una disminución en el peso unitario del concreto. Finalmente, se concluye que la sustitución de la ceniza de coronta de maíz influye positivamente sobre las propiedades mecánicas del concreto con una dosificación óptima de 10%CCM.

**Palabras clave:** Ceniza de coronta de maíz, mazorca de maíz, material cementante, concreto

## **ABSTRACT**

The purpose of this study is to evaluate the physical and mechanical behavior of concrete by replacing cement with corn kernel ash, being an applied research, with a quantitative approach and an experimental design. For this, a mix design  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> was developed, manufacturing cylindrical and prismatic cores evaluating the physical and mechanical properties of the concrete. Regarding the replacement of corn crown ash, it was carried out based on the weight of the cementitious material in the dosages of 5%, 10% and 15%, for which the results were favorable for the resistance to compression, traction, bending and modulus of elasticity, presenting an increase in consistency and a decrease in the unit weight of the concrete. Finally, it is concluded that the replacement of corn kernel ash positively influences the mechanical properties of the concrete with an optimal dosage of 10% CCM.

**Keywords:** Corn cob ash, corn cob, cementitious material, concrete

## I. INTRODUCCIÓN

El problema actualmente no es el agotamiento de los recursos naturales, sino la energía requerida para producir materiales naturales, un proceso que libera unas grandes cantidades de CO<sub>2</sub> al aire. En EE. UU para abordar los problemas de sustentabilidad, se está recomendando que los principales ingredientes del concreto, el cemento y los agregados naturales, sean reciclados o reemplazados. Se eligieron subproductos como cenizas volantes, cenizas de cáscaras de arroz, humo de sílice, agregado grueso reciclado, escoria de alto horno granular molida, desechos de vidrio y desechos plásticos para reducir la huella de carbono [1].

El concreto es la sustancia que más se emplea en las construcciones en la India. Algunas de sus cualidades incluyen un alto grado de plasticidad, buena economía, seguridad y durabilidad excepcional. Debido a su fragilidad, una de las cualidades más significativas de los concretos son la resistencia a la compresión [2]. Para producir concreto se están empleando materiales de desecho agrícola en lugar de cemento. En varios países se desechan grandes cantidades de materiales de residuos agrícolas, como bagazo, tallos de cáscara de arroz, mazorcas de maíz, etc., lo cual genera contaminación [3].

Después del agua, el concreto es el producto más utilizado en la tierra. El cemento es uno de los componentes primordiales para poder crear los concretos. Alrededor del 8% de todas las transmisiones de gases de efectos invernaderos en todas partes del universo son causadas por la fabricación de los cementos, que libera grandes cantidades equivalentes de CO<sub>2</sub> al aire.

La ceniza de tusa de maíz, un nuevo subproducto agrícola, contiene una mezcla de minerales naturales que se emplea en la fabricación de cemento y concreto [4]. Cualquiera que sea su lugar de origen, los materiales cementosos son esenciales para las reacciones de hidratación del cemento en el concreto. Por ello es crucial comprender cómo cada suplemento afecta las propiedades del concreto tanto al principio como en el futuro [5].

En la búsqueda de disminuir los impactos del daño al ambiente generado por

productos agrícolas, muchos investigadores centran sus esfuerzos en investigar múltiples formas de gestionar los residuos agrícolas y que sea reutilizados. Cada año se generan toneladas de residuos agrícolas, lo que es factor negativo en cuanto a lo económico, porque no es una fuente de ingreso para las empresas por lo contrario son egresos, puesto que no tienen un valor intrínseco elevado, estos desechos bien pueden emplearse como materias primas secundarias para crear productos con valor agregado y que sean rentables en la economía circular. En este sentido, la búsqueda constante e intensa de obtener materias primas sostenibles con propiedades cementosas fue impulsada por el acrecentamiento de las emisiones de CO<sub>2</sub> medidas por la industria del cemento. Los residuos agrícolas son una de esas clases de materias primas [6].

Los residuos del sector industrial y agrícola, generan un gran impacto negativo en el cuidado y preservación del medio ambiente. Su valor económico de estos desechos es despreciable y son de fácil acceso; muchas veces las empresas en lugar de venderlos pagan porque sean retirados de sus zonas adyacentes. Por ello, emplear estos materiales que los conocemos como desechos para la construcción generará un impacto positivo en disminuir los efectos colaterales en el medio ambiente, siendo el humo de sílice, las cenizas volantes, las cenizas de mazorca de maíz, las cenizas de cascara de arroz, y las cenizas volcánicas, algunos de los desechos que se buscan reutilizar en reemplazo del cemento como un agregado que otorgue cualidades puzolánicas al concreto.

La ceniza de cáscara se obtiene de los molinos que la utilizan como combustible para uso térmico. En Ecuador, la cosecha de maíz representa un rico patrimonio de tradiciones agrícolas y dietéticas; sin embargo, se ha prestado poca atención a los residuos, como la tusa, que también tienen un alto contenido de energía y deben evaluarse por su potencial como combustibles bioenergéticos para determinar su uso futuro [7].

En el mundo, los países cuya producción agrícola es considerable sufren actualmente con el aumento de las cenizas de residuos agrícolas. Los residuos obtenidos en la combustión de residuos agrícolas son utilizados como puzolanas en la sustitución parcial del cemento

para producir concreto de ultra alta resistencia. Maglad et al. [8] en su estudio tuvo porcentajes de sustitución del cemento del 10%, 20% y 30% en peso del bagazo de caña de azúcar y 2%, 4%, 6% y 8% del peso de ceniza de tallo de maíz. Se evaluaron propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad del concreto. Los resultados evidencian que es posible producir concreto de ultra resistencia con un porcentaje óptimo de 20% del bagazo de caña de azúcar y 4% de ceniza de tallo de maíz para las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión: 205 MPa y resistencia a la flexión: 27 MPa) y 30% del bagazo de caña de azúcar y 8% de ceniza de tallo de maíz para lograr una permeabilidad baja.

En los países del medio oriente Lawanwadeekul et al. [9] realizó un estudio cuyo objetivo era investigar la acción de la mazorca de maíz y residuos de vidrio, podrían mejorar la porosidad y resistencia de los ladrillos de arcilla cocidos a temperatura reducida. Las muestras de ladrillos de arcilla se fabricaron con un 10% en peso de mazorca de maíz, en cuanto al vidrio se añadieron a la mezcla en 5%, 10%, 15% y 20% en peso de la mezcla. La temperatura de cocción de los ladrillos fue de 900°C, 1000°C y 1100°C. Se sometieron a los ensayos los ladrillos para determinar el comportamiento de sus propiedades físicas, mecánicas y térmicas. Los resultados obtenidos evidencian que la porosidad y resistencia de los ladrillos de arcilla se podían mejorar empleando baja temperatura de cocción, la mazorca de maíz otorga porosidad a los ladrillos y el vidrio actúa como fundente. El resultado más favorable, fue la muestra al 10% en peso para la mazorca de maíz y 20% en peso de residuo de vidrio, para 900° C como temperatura de cocción; cumpliendo con la resistencia y absorción de agua de los ladrillos de arcilla cuya conductividad térmica es 0,81 W/mK

En el Perú, debido a mejores rendimientos, la obtención de maíces amarillos duros aumentó en 7.9% en diciembre de 2022 (132 mil 728 toneladas), respecto al mismo mes en 2021, sirviendo este grano como ingrediente principal en la elaboración de alimento balanceado para las industrias avícolas y distintas crianzas. Uno de los informes técnicos del Perú el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) anunció que Piura (116%), La Libertad (74%), Ucayali (67%) y Lima (23%), aportaron el 48% del total nacional, destacando

por sus mayores niveles de producción. Resultados positivos similares se observaron en Amazonas (58%), Cajamarca (30%), Tumbes (14%) y Pasco (31%); sin embargo, en los lugares en que se redujo fueron: San Martín (-77%) Ica (-29%) Junín (-26%) Lambayeque (-19%) Huánuco (-10%) Ancash (-10%) y Loreto (-3%) [10].

En diferentes estudios, se observa que los residuos de mazorca de maíz, al igual que otros productos de residuos orgánicos, además de brindar las propiedades deseadas al material elaborado, también ayuda a reducir la contaminación [11]. En el Perú, por lo general, los residuos de la cosecha de maíz se incineran al aire libre degradando los suelos y emitiendo gases de efecto invernadero [12]. En la sierra de Lambayeque, el rastrojo se emplea en la alimentación del ganado y la tusa como combustible [13], pero como hemos visto en investigaciones anteriores, también puede utilizarse en la construcción como sustituto del cemento mejorando sus propiedades mecánicas [14]. Por ello, dado que ha crecido la conciencia ambiental, el reciclaje de subproducto agrícolas se vuelve más deseable para la eliminación de estos residuos [15].

En el plano internacional tenemos investigaciones sobre la coronta de maíz como Bheel et al. [14], que en su estudio tuvieron como finalidad estudiar cómo el cemento Portland y el agregado fino, podrían reemplazarse parcialmente por escorias granuladas molidas y ceniza de tusa de maíz, respectivamente. Se agregó 5 al 20 % de escorias granuladas molidas y del 10 al 40 % de ceniza de tusa de maíz. Los resultados mostraron que con un 10 % de escorias granuladas molidas por peso de concreto patrón a los 28 días, las resistencias a la compresión y a la tracción aumento un 10.94% y un 9.15 %, respectivamente. Similar a esto, al 30 % de ceniza de tusa de maíz por peso de agregado fino a los 28 días, las resistencias a la compresión y a la tracción aumento un 11.62% y un 10.56%, respectivamente. Además, las mayores resistencias a la compresión y tracción tenían concreto patrón del 10 % de escorias granuladas molidas y un 30 % de agregado fino reemplazado por ceniza de tusa de maíz. En Conclusión, los porcentajes óptimos para aplicaciones estructurales fueron el 10% de escorias granuladas molidas y 30% de ceniza de

tusa de maíz.

Abhishek et al [3], en su estudio tuvieron por finalidad investigar la resistencia a la compresión de los concretos con ceniza de tusas de maíz. Se realizaron varios niveles de reemplazo por medio del empleo de una red neuronal artificial. Según los hallazgos, la trabajabilidad, la densidad y las resistencias a la compresión disminuyeron tan pronto como que aumentaba el porcentaje de ceniza de tusas de maíz. A la luz de esto, se puede decir que el modelo desarrollado predice la salida con una precisión promedio del 98%. Todas las edades de curado exhiben el mejor desempeño para el concreto con ceniza de tusas de maíz pronosticado con una sustitución del 2.5%. En consecuencia, este nivel de reemplazo se considera ideal porque tiene poco impacto en la capacidad de endurecimiento del concreto.

Mohan & Chandrasekaran [16], en su estudio buscaron determinar el impacto de la añadidura de varias proporciones de fibras sintéticas y el empleo de cenizas de tusas de maíz como materiales de cementación adicional en las cualidades microestructurales, mecánicas y frescas de los concretos. Se utilizaron diferentes contenidos de ceniza de tusas de maíz (5, 10, 15, 20 y 25%). De acuerdo con los hallazgos, el concreto que contiene 15% de ceniza de tusas de maíz es el reemplazo más rentable y muestra las mejores cualidades mecánicas que son comparables con las del concreto de referencia. Por otro lado, descubrieron que las mezclas con 15 % de ceniza de tusas de maíz reemplazaban a las mezclas con 0.14 % de fibras artificiales tenían propiedades mecánicas y microestructura superiores. En conclusión, en relación con la mezcla de control, más del 15% del reemplazo de ceniza de tusas de maíz mostró deficientes propiedades mecánicas.

Șerbănoiu et al. [6], en su investigación, su finalidad fue analizar el efecto de la ceniza de tusas de maíz y la ceniza de tallos de girasoles (CTG) en las propiedades del concreto. Fue ensayada después de 28 días y 3 meses. Se aplicó una reposición del 2,5% y 5% del volumen de cemento con ceniza de tusas de maíz de calidad A y B, y ceniza de tallos de girasoles de calidad A y B. Los resultados obtenidos mostraron que ceniza de tusas de maíz y ceniza de tallos de girasoles redujeron la resistencia a la compresión y tracción, pero

aumentaron la resistencia a ciclos repetidos de congelación-descongelación y ácido clorhídrico. La mezcla 2.5% ceniza de tallos de girasoles Clase A logró los mejores hallazgos de resistencia a la tracción y la composición 2.5% ceniza de tucas de maíz; la Clase A tuvo los mejores valores de la resistencia a la compresión y tracción. En conclusión, el uso de ceniza de tucas de maíz y ceniza de tallos de girasoles mejora las resistencias mecánicas y otras cualidades físicas del concreto.

Oluremi et al. [17], en su estudio su objetivo fue determinar cómo la nano sílice (NS) afectaba el perfeccionamiento de la resistencia del concreto. La quema de tucas de maíz al aire libre resultó en la creación de cenizas de tucas de maíz. Mientras se añadían proporciones de 0.5, 1, 1.5 y 2% de nano sílice, se substituyó el cemento por una cantidad constante de 10% de CMM en peso de cemento. Los hallazgos mostraron que el desarrollo temprano de la resistencia a la tracción y compresión de los concretos se redujo cuando se usó cenizas de tucas de maíz como substitución de una parte del cemento. Sin embargo, la adición de nano sílice mejoró el desarrollo de resistencia hasta un 2% de nano sílice. En conclusión, para mejorar el crecimiento de la resistencia inicial del concreto, se sugiere utilizar este valor óptimo.

Bheel & Adesina [18], en su estudio, su finalidad fue usar la ceniza de tusa de maíz y el polvo de vidrio como material cementoso binario para reemplazar el cemento hasta en un 20 % en la fabricación de concreto. Se efectuaron evaluaciones de cómo el material cementoso binario afectaba las propiedades mecánicas y de asentamiento. Los hallazgos de este experimento demostraron que agregar material cementoso binario a las mezclas de concreto redujo su tendencia a asentarse. Las resistencias mejoradas a la compresión y a la tracción del 10 % de material cementoso binario se consideraron como las propiedades mecánicas ideales. En conclusión, el estudio de sostenibilidad de la mezcla también muestra que el material cementoso binario se puede utilizar para reducir la energía incorporada y el carbono en las mezclas de concreto.

Ahmad, Jawad et al. [15], en su investigación mencionan que emplear materiales de

desecho agrícola e industriales como una materia prima nueva para la elaboración de concreto, es un paso más en la búsqueda de nuevos materiales que sean eco amigables. Cada año se busca crear la conciencia del cuidado ambiental en los diferentes rubros profesionales, claramente la Ingeniería Civil no puede ajena a ello, es por esto que se propone emplear el reciclaje o la utilización de subproductos de desechos agrícolas e industriales para la producción de concreto y de esta forma reducir los niveles de eliminación al medio ambiente de estos desechos. Emplear la ceniza de mazorca de maíz en la construcción ayudará a mejorar las propiedades en su estado fresco, propiedades mecánicas, características de durabilidad y a nivel microestructural. Los resultados obtenidos muestran que el concreto con adición de mazorca de maíz es ventajoso para reducir los desechos agrícolas, así como también para disminuir gastos en la producción del concreto, en cuanto a su sustitución óptima difiere un poco según los investigadores, sin embargo, el rango de sustitución más favorables va entre un 5% y 10% de mazorca de maíz en relación al peso de la muestra. Es así que podemos concluir que es posible emplear concreto con adición de mazorca de maíz hasta una sustitución del 10% en peso sin impactos negativos en las propiedades del concreto. Se recomienda realizar un estudio químico a la mazorca de maíz para determinar cuáles podrían ser las partículas que podrían afectar la durabilidad y alterar la relación álcali – sílice.

A nivel nacional, Benites [19], en su estudio tuvo por finalidad crear dos concretos con resistencia mejorada en contraste con el concreto convencional utilizando distintas dosis de ceniza de tuzas de maíz (CTM) y conchas de abanico (CA). Para probar y comparar a los 7, 14 y 28 días de curado, se crearon 9 probetas estándar de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 18 muestras experimentales. Los hallazgos expusieron que las resistencias a la compresión de los concretos de referencia y experimentales con 3%CTM + 9%CA y 4%CTM + 12%CA fue de 241.02, 232.88 y 218.28 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, a edades de 28 días. En conclusión, los dos diseños experimentales expusieron resistencias menores con respecto al concreto de referencia.

Nuñez [20], en su estudio tuvo por objetivo estudiar las resistencias a compresión del concreto y conductividad térmica reemplazando al cemento de cenizas de rastrojos de maíz (CRM) y cáscaras de huevos (CH). Las proporciones de sustitución fueron en 7.5% ch + 2.5% CRM (10%) y 15% CH + 5% CRM (20). Después de las pruebas a los 7, 14 y 28 días, los resultados revelaron que una sustitución del 10% reduce la compresión, logrando 4.92% inferior al concreto estándar y para sustitución de 20% se logró 7.16% menos. En consecuencia, la sustitución a un porcentaje menor es la más ventajosa; tan pronto como, aumentamos la proporción de sustitución, la resistencia a la compresión de los concretos experimentales redujo, y también disminuyó su conductividad térmica.

Huayta [21], en su estudio tuvo por finalidad determinar cómo las mezclas de ceniza de rastrojos de maíz (CRM) y rocas de esquisto (RE) afectaba las características del concreto. Se reemplazó el cemento con proporciones de CRM al 4, 6 y 7% y RA de 7, 9 y 12 %. Según los hallazgos, el concreto estándar tenía una resistencia a la compresión a los 28 días inferior a la del 4% CRM, que tenía una variación óptima de 9.26%. De manera similar, con 9% RE, tuvo un aumento de hasta 4.86% en relación con el estándar en particular. En contraste con el concreto convencional, la resistencia a la flexión con CRM fue menor. Al compararlo con el concreto estándar, el módulo de ruptura aumentó en 1.36% con el RE con 7%. En conclusión, se encontró que los dos elementos sugeridos optimizan las condiciones mecánicas y físicas de los concretos, produciendo un concreto de alto calibre que cumple con los estándares técnicos.

Gonzales & Hoyos [22], en su estudio, su finalidad fue examinar los rasgos mecánicos de los concretos por medio de la inscripción de fibras de acero (FA) y ceniza de rastrojos de maíz (CRM). Se realizó dos diseños de mezcla estándar 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, y 16 mezclas experimentales. Los primeros 8 fueron reemplazados por CRM en proporciones de 3, 6, 9 y 12%, y luego se determinó la proporción ideal para combinarlo con FA en proporciones de 1, 2, 3 y 4%. Los hallazgos demostraron que el concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> con 6% CRM + 2% FA consiguió un acrecentamiento de 26.9% y el de 280 kg/cm<sup>2</sup> con 6% CRM + 3% FA consiguió

un acrecentamiento de 20.6% con relación al concreto estándar, las mejores proporciones para incrementar las resistencias a compresión del concreto. En conclusión, el CRM puede reemplazar al cemento para crear concretos con mejores cualidades mecánicas.

Gamboa & Leonardo [23], en su estudio tuvo por objetivo analizar cómo las cualidades mecánicas del concreto se ven afectadas por las cenizas de rastrojos de maíz (CRM) y fibras de cabuyas (FC). Se creó dos diseños de mezclas de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> con porcentajes de sustitución de CRM de 7, 10 y 15% y se fortaleció con porcentajes de FC de 0.5, 1 y 2%. Se evaluó después de 7, 14 y 28 días. En relación de la mezcla de CRM y FC, la combinación de 7% de CRM y 0.5 % FC, que afectó denegadamente con una menor proporción, los hallazgos mostraron que la proporción ideal de CRM fue de 7%, demostrando un perfeccionamiento en resistencias a la compresión de 2.5 % al concreto estándar en las pruebas de compresión, flexión, tracción y módulo elástico en 14.25, 5.15 y 7.9%, respectivamente. En conclusión, las cualidades mecánicas del concreto son afectadas por las CRM y reforzadas con FC.

Ydrogo [24], en su objetivo fue diseñar concretos con puzolana de cenizas de mazorcas de maíz (CMM) y aserrín (CA) como suplente de una parte de cemento. Se ensayaron 720 especímenes a los 7, 14 y 28 días de curado, elaboradas con concretos de resistencias de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup> y sustituidos con 4, 6, 8 y 10% de CMM y CA, así como la combinación de lo mejor de estas cenizas. Los hallazgos indicaron que la proporción ideal era 6% de CMM y 4% de CA, lo que podría implementarse dentro de las limitaciones del diseño. Con respecto a los patrones de concreto de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a compresión logró una depreciación importante de 42.16% y 32.02% en las propiedades mecánicas. En conclusión, el uso de las cenizas por separado y dentro de las medidas determinadas en la normativa nacional de construcción RNE resulta en mejores beneficios.

Con respecto a la situación actual, es posible notar que varias naciones han concentrado sus esfuerzos en realizar investigaciones relacionadas con tener una perspectiva más amplia sobre la tecnología de materiales, basadas principalmente en la búsqueda de un

conocimiento mayoritario sobre la calidad del potencial de uso constructivo del insumo final. Mediante la añadidura de materiales como ceniza de tucas de maíz y otros productos orgánicos finales, las investigaciones se han encaminado en la exploración de un entendimiento consensuado sobre el comportamiento potencial que puede tener el concreto.

Ahora bien, en cuanto a teoría relacionadas al tema, se tiene que el concreto es una mezcla de cemento, agua, arena y piedra en ciertos casos se emplea aditivos, usado por su alta resistencia a la compresión [25]. Uno de sus componentes son los materiales pétreos, los cuales están diseñados para ser un relleno rentable y para soportar cargas, humedad, cambios climáticos y abrasión; además, reducen los cambios volumétricos ocupando aproximadamente del 60% al 75% de los cuerpos de las unidades cúbicas de los concretos [26]. Los agregados finos, que son arenas, son producidos generados por las descomposiciones naturales o mecánicas de las arenas y cruzan casi por completo por el Tamiz 3/8" (9.5mm) y deben ser retenidos en el tamiz 75 mm (No. 200). El agregado grueso deberá atravesar el tamiz No. 4 (4.75 mm). Debe obtenerse de las fragmentaciones mecánicas o naturales de las rocas y cumplir con los parámetros determinados por la NTP 400.037 [27].

Otro componente fundamental que junto al cemento forman la pasta, es el agua. Esta debe ser clara, impecable, tener un PH de alrededor de 7 y cumplir con los requisitos descritos en NTP 339.088 [28]. Si contiene sustancias (decoloradas, malolientes o con formas anormales) y que despiertan sospechas, no es recomendable utilizarse, excepto que exista informes disponibles o se indique específicamente que no es perjudicial para la disposición y producción del concreto. Opcionalmente tenemos a los aditivos, que se utilizan normalmente, además de los componentes principales del concreto, para mejorar su comportamiento en estado fresco o endurecido, agregándose antes o durante el mezclado [29]. Hay aditivos para ayudar con la trabajabilidad, la resistencia, la durabilidad, la permeabilidad y otras propiedades.

Respecto a las propiedades en estado fresco del concreto tenemos a la trabajabilidad, definida como la facilidad con la que el concreto puede compactarse completamente teniendo en cuenta el método de compactación el molde en el cual tiene lugar este proceso. Por otro lado, la consistencia mide el grado de fluidez o movilidad mediante el cono de Abrams [30]. Las densidades de los concretos van a depender de las cantidad y densidad de los áridos, las cantidades de aire atrapado o incorporado, la cantidad de agua y la cantidad de cemento. Los concretos poseen pesos específicos entre 2200 y 2400 kg/m<sup>3</sup>. Según la NTP 334.001, son las diferencias entre los volúmenes de los concretos y los volúmenes creados por la combinación de los volúmenes absolutos de las partes constituyentes de la mezcla. Dado que los áridos que componen la mezcla igualmente producen calor también de la energía liberada por el calor de hidratación del cemento, la temperatura de amasado en el momento del vertido debe tener en cuenta la temperatura ambiente. De lo contrario, la temperatura de la mezcla aumentaría, retrasando el tiempo de fraguado de la pasta, dificultando el trabajo y aumentando la probabilidad de grietas en la superficie [31].

En relación a las propiedades mecánicas, se tiene que al promedio del ensayo de al menos dos especímenes tomados de la misma muestra y ensayadas a los 28 días, se conoce como resistencia a la compresión ( $f_c$ ) [32]. En la prueba se emplea cilindros estándares con diámetros de 15 cm y unas alturas de 30 cm para determinar este parámetro. Otra propiedad es la resistencia a la flexión, en la que se mide la resistencia de vigas o losas de concreto no reforzado a la rotura por momento. Esto se realizó aplicando unos módulos de rupturas (MR) en MPa y la norma ASTM C78 a unas vigas de los concretos de 150 x 150 mm de secciones transversales y luces mínimas de tres veces los espesores [33]. Una tercera propiedad mecánica es la resistencia a la tracción del concreto, que constituye sólo del 8 al 15% de su resistencia a la compresión. Los ensayos directos normalmente no se usan para determinar este parámetro debido a los desafíos que presentan, particularmente debido a las reacciones secundarias que producen los dispositivos de cargas. Los tramos rectos iniciales de las curvas esfuerzos-deformaciones unitarias, aumentan con la resistencia de los concretos [34].

Los maíces son unas plantas monoicas, la flor masculina y femenina se localizan en las mismas plantas. La flor femenina se encuentra en una estructura que eventualmente se convertirá en la mazorca después de que los óvulos hayan sido fecundados, mientras que la flor masculina se encuentra en la inflorescencia conocida como panícula [35].

La coronta de maíz es un subproducto que tiene un valor nutricional bajo y es comparable al heno de baja calidad; sin embargo, su calidad nutricional se ve reforzada por el proceso de amonificación. Es algo desagradable y, en climas cálidos, si no se seca, rápidamente se infesta de hongos. También, la coronta se emplea en una variedad de contextos domésticos y artesanales, principalmente como forraje para el ganado. Este insumo debe ser molido en un molino de martillos con tamiz 7/16 porque contiene un 33% de fibra fresca, de la cual el 90% es celulosa [36]. Además de la celulosa, presenta otros componentes químicos principales como la hemicelulosa y lignina [37]. Posee unas formas tubulares alargadas y se compone de tres capas: núcleos o médulas esponjosas y blandas, anillos de tejidos leñosos y la capa exterior de madera pajiza. Los tejidos de esclerénquima, que son tejidos formados por células muertas que apoyan a sostenerlo, son los que le dan a la coronta de maíz su peso ligero y su forma cilíndrica sólida. Dependiendo del tipo de maíz, los colores varían. La densidad de la coronta de maíz varía de 170 kg/m<sup>3</sup> a 295 kg/m<sup>3</sup>, tiene una organización en capas y no tiene una superficie uniforme [38]. Según estimaciones, por cada tonelada de maíz se producen 170 kg de coronta durante el proceso de apartamiento del grano de las mazorcas, lo que convierte a la coronta en un importante residuo o subproducto agrícola. El tamaño de la coronta está influenciado por las diferentes variedades de maíz. Comparando los contenidos de varios productos agrícolas, la coronta de maíz tiene el mayor contenido de hemicelulosa (12.4%). Se emplea para reducir la turbidez y colores del agua residual, esto es viable por medio de la capacidad absorbente del material, que también permite la reducción y el filtrado de las aguas residuales [38].

En base a las investigaciones precedentes y teoría relacionada al tema, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influye el reemplazo de ceniza de coronta de maíz respecto al peso del cemento en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?

Este estudio se justifica socialmente debido a que su recolección generará empleo en la población de Chiclayo; además, al reducir los desechos agrícolas se mejorará su calidad de vida. Esto último nos lleva a la perspectiva ambiental, ya que, al reducir estos residuos e incorporarlos al concreto en reemplazo del cemento, disminuirá las emisiones de gases de efecto invernadero. Por otro lado, también se justifica de manera técnica, debido a que se busca incrementar las propiedades mecánicas del concreto mediante la incorporación de mazorca de maíz como sustituto del cemento.

Se plantea la siguiente hipótesis: Si se reemplaza la ceniza de coronta de maíz respecto al peso del cemento entonces permitirá mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Se plantea el siguiente objetivo general: evaluar el comportamiento físico y mecánico del concreto reemplazando el cemento por ceniza de coronta de maíz; cuyos objetivos específicos son tales como; determinar la caracterización física de los materiales pétreos y de la coronta de maíz, determinar la temperatura óptima de calcinación para la ceniza de coronta de maíz mediante el índice de actividad puzolánica, elaborar el diseño de mezcla del concreto patrón  $f'c210 \text{ kg/cm}^2$ , determinar las propiedades físicas del concreto sustituyendo el cemento por ceniza de coronta de maíz en porcentajes de 5%,10% y 15%, determinar las propiedades mecánicas del concreto sustituyendo el cemento por ceniza de coronta de maíz en porcentajes de 5%,10% y 15%

## II. MATERIALES Y MÉTODO

Dado que nuestro objetivo era abordar un problema conocido y descubrir soluciones a consultas particulares, la investigación fue de tipo aplicada [39]. El enfoque es cuantitativo, el cual utiliza técnicas y métodos que posibilitan recolectar y analizar datos que se consiguen a través de las observaciones, mediciones, estadísticas y documentación que garantizan y respaldan el desempeño de las informaciones, atendiendo las indagaciones planeadas en la averiguación, realizando un análisis de las probabilidades que dicha hipótesis de estudio tenga un resultado ventajoso [39]. Se manejará un modelo considerable para examinar los efectos del área de trabajo de acuerdo con el diseño experimental y un nivel cuasi experimental del estudio porque no hay control absoluto [40]. Para lograr obtener una respuesta a preguntas de las investigaciones, se debe crear un plan o estructura llamado diseño de investigación.

$$X \rightarrow Y$$

$$G_1 \text{-----} \rightarrow - I \text{-----} \rightarrow M_1$$

$$G_2 \text{-----} \rightarrow I_{X1} \text{-----} \rightarrow M_2$$

$$G_3 \text{-----} \rightarrow I_{X2} \text{-----} \rightarrow M_3$$

$$G_4 \text{-----} \rightarrow I_{X3} \text{-----} \rightarrow M_4$$

Dónde:

$G_1, G_2, G_3, G_4$  = Grupos convencional de control.

- I = Ausencia de ceniza de coronta de maíz

$I_{X1}, I_{X2}, I_{X3}$  = Incorporación de ceniza de coronta de maíz (5%, 10% y 15%)

$M_{1,2,3, \dots,4}$  = Medición de las propiedades físicas y mecánicas del concreto

### Variables, Operacionalización

Consideramos a las cenizas de coronta de maíz como la variable independiente y las propiedades físicas y mecánicas del concreto como la variable dependiente. La operacionalización de variables se muestra en las Tablas I y II.

**TABLA I.**

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
. Ceniza de coronta de maíz (CCM)	Sustancia que resulta de la calcinación a alta temperatura y posterior tamizado.	La ceniza de coronta de maíz se usó como reemplazo del cemento en porcentajes del 5, 10 y 15% para la elaboración de concreto de $f'c$ de 210 kg/cm <sup>2</sup>	Características de las partículas	-Peso específico de masa. -Absorción.  -Densidad Suelta y Consolidada.  -Finura		Botella de Le´Chatelier/ Balanza/ Recipientes/ Horno  Colador/ Moldes/ Recipientes/ Balanza  Tamiz # 325/ Balanza 0.01g	g/cm <sup>3</sup>  %  Kg/m <sup>3</sup>  %	Variable numérica	De Razón

**Nota:** Se hizo la descripción de las dimensiones e indicadores, asimismo, se indican los instrumentos para medir la variable independiente

**TABLA II.**

<b>Variable dependiente</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Valores finales</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Propiedades del concreto</b>	Las propiedades del concreto son características que determinan su comportamiento	Las cualidades del concreto que se determinaron fueron las físicas y mecánicas	El concreto en estado fresco	Asentamiento	Cono de Abrams “	Fichas de observación y equipos de laboratorio	%	Variable numérica	De razón
				Temperatura	°C				
				Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>				
				Contenido de aire	%				
			Diseño	Proporciones de diseño	m <sup>3</sup>				
			El concreto en estado endurecido	R' a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>				
				R' a la flexión					
				R' a la tracción					
				Mód. De elasticidad					

**Nota:** Se hizo la descripción de las definiciones, dimensiones e indicadores, asimismo, se indican los instrumentos para medir la variable dependiente.

La población consistió en modelos de mezcla colocados en controles que cumplan con los requisitos de la normativa, que fueron probados y evaluados en laboratorio. La población estuvo compuesta por un total de 144 muestras entre testigos cilíndricos (Diámetro de 6" y altura de 12") y prismáticos (de dimensiones de 15x15x53 cm), las cuales se dosificaron utilizando el material de coronta de maíz propuesto para el estudio y se fabricaron teniendo en cuenta lo especificado en la NTP 339.183 [41]. Para determinar la muestra se tuvo en cuenta el tipo de diseño de un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en base a las Normas Técnicas Peruanas (NTP). Luego, se designó testigos de estudio de acuerdo a su resistencia y sus porcentajes de adición de las cenizas de coronta de maíz (CCM), con la finalidad de realizar una comparación entre diseños del concreto patrón y el concreto con las adiciones porcentuales de 5%, 10% y 15% para la CCM. Se consideró que los ensayos se realizarán luego del tiempo de curado respectivo a los 7, 14 y 28 días, con la finalidad de evaluar sus resistencias a la compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad.

**Tabla III.**

**Muestras de especímenes de concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

Ensayo	Días de curado	Cantidad de muestras				Sub Total	Total
		Diseños incluyendo ceniza de coronta de maíz					
		CP	5%CCM	10%CCM	15%CCM		
Res. a la compresión	7	3	3	3	3	12	36
	14	3	3	3	3	12	
	28	3	3	3	3	12	
Res. a la tracción	7	3	3	3	3	12	36
	14	3	3	3	3	12	
	28	3	3	3	3	12	
Módulo de elasticidad.	7	3	3	3	3	12	36
	14	3	3	3	3	12	
	28	3	3	3	3	12	
<b>TOTAL, PROBETAS</b>						<b>108</b>	
Res. a la flexión	7	3	3	3	3	12	36
	14	3	3	3	3	12	
	28	3	3	3	3	12	
<b>TOTAL, VIGAS</b>						<b>36</b>	

**Nota.** En la tabla se representa al total de los especímenes desarrollado por cada tipo de ensayo en el proceso de investigación.

Los métodos de recolección de datos utilizados en este estudio correspondieron a

observaciones directas de modelos experimentales a través de pruebas de laboratorio y revisiones de literatura relacionada con el tema (normas técnicas, tesis y artículos de investigación de revistas indexadas). Se empleó la técnica de la observación, puesto que nos ayuda a la recopilación de la información obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de materiales, registrando detalladamente en una hoja de recolección los datos obtenidos, de acuerdo a la normativa peruana. Además, se analizó la presente investigación con ayuda de diversas fuentes referenciales como libros, tesis, artículos de investigación científica y el uso de las normativas correspondientes para el estudio de agregados y concreto. [39].

Los instrumentos que se emplearon, cumplen la función de recolectar datos de las variables de estudio. Para la variable independiente, se consideró formatos de ensayos para anotar cada uno de los resultados de las características de las muestras empleadas; para la variable dependiente se empleó los formatos de ensayos que indican los parámetros establecidos por la NTP, de modo que nos ayudó a la recolección de datos. La tesis se desarrolló con los datos obtenidos de los ensayos realizados en el laboratorio de materiales particular siguiendo parámetros señalados en la norma técnica peruana. Se tuvo en consideración a los trabajos previos y los formatos estandarizados señalados en la NTP, el cual debe ser criticado y analizado por ingenieros civiles con experiencia en el trabajo realizado. Una vez obtenido los datos considerados mediante la técnica de observación, se procedió en el gabinete a realizar en hojas de cálculo en Excel el diseño de la mezcla para obtener la cantidad de especímenes requeridos, que posteriormente se ensayaron.

Mediante el diagrama de proceso de flujos se presenta el orden del proceso de la investigación:



**Fig. 1.** Flujo del proceso del desarrollo de la investigación.

Este estudio hará énfasis en la confiabilidad, honestidad y decoro en la recolección de información y obtención de resultados, de manera que se puedan realizar interpretaciones correctas y sin errores, además se espera que la información brindada utilice métodos confiables y comprensibles para mejorar las características estándar, y lo más importante, pueda ser utilizada en futuros estudios, donde la honestidad y la lealtad profesional sean los factores más importantes para el desarrollo de una buena comunidad.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

Se realizó un estudio de canteras, del cual se determinó que las mejores características físicas para la arena se encuentran en la cantera La Victoria-Pátapo y para la piedra chancada en la cantera Pacherras-Pucalá; estos resultados se muestran en la tabla IV. Según su granulometría, tenemos que la arena presenta un módulo de fineza de 3.0 y la piedra cuenta con un TMN de  $\frac{3}{4}$ ". Respecto a los pesos unitarios sueltos de los agregados, se tienen valores de 1510.15 kg/m<sup>3</sup> y 1388.58 kg/m<sup>3</sup> para el agregado fino y grueso, respectivamente.

**TABLA IV.**  
**Características físicas de los agregados naturales.**

Ensayo	Unidad	Arena gruesa	Piedra chancada
Tamaño máximo nominal	in	-----	3/4
Peso Unitario suelto seco	kg/m <sup>3</sup>	1510.15	1388.58
Peso Unitario compactado seco	kg/m <sup>3</sup>	1602.80	1521.37
Peso específico de masa seco	g/cm <sup>3</sup>	2.512	2.598
Contenido de humedad	%	1.08	0.84
Contenido de absorción	%	1.197	1.174
Módulo de fineza	-----	3.00	-----

**Nota.** Ensayos realizados de los agregados de las canteras "Pacherras", y la cantera "La Victoria".

Por otro lado, los resultados de las características de la ceniza de coronta de maíz (CCM), se presentan en la tabla V. Podemos observar que la densidad unitaria suelta seca es 525.51 kg/m<sup>3</sup>, asimismo su densidad de consolidación es 720.90 kg/m<sup>3</sup>. Por otro lado, el peso específico de masa de la CCM es 2.161 g/cm<sup>3</sup>, cuyo valor es más bajo que el correspondiente al cemento Portland Tipo I de 3.120 g/cm<sup>3</sup>. Y en relación a una propiedad cementante importante tenemos a la finura de la CCM, la cual presenta un valor de 20.69%,

**TABLA V.**  
**Características físicas de ceniza de coronta de maíz.**

Ensayo	Unidad	CCM
<b>Densidad unitaria suelta seca</b>	kg/m <sup>3</sup>	525.51
<b>Densidad de consolidación seca</b>	kg/m <sup>3</sup>	720.90
<b>Peso específico de masa</b>	g/cm <sup>3</sup>	2.161
<b>Contenido de humedad</b>	%	9.60
<b>Contenido de absorción</b>	%	7.56
<b>Finura (pasa el tamiz N°325)</b>	%	20.69

**Nota.** Ensayos realizados de los materiales que se reemplazaron en función al peso del cemento.

El índice de actividad puzolánica con cemento Portland para la CCM, obtenido mediante la aplicación de las normas NTP 334.051 y NTP 334.066, se determinó luego de ensayar los cubos de mortero y establecer una relación entre la resistencia a la compresión a los 28 días entre las muestras con CCM y la muestra patrón. Los porcentajes obtenidos para las temperaturas de calcinación de 600°C, 650°C, 700°C y 800°C fueron 103%, 108%, 110% y 105%, respectivamente. Por lo tanto, la temperatura óptima de calcinación para la CCM es 700°C.

Luego de contar con las propiedades físicas de los agregados naturales, se elaboró el diseño de mezcla mediante el método del ACI 211.1, a partir del cual se determinaron las cantidades para 1m<sup>3</sup> de concreto patrón como se muestra en la Tabla VI. En base a la cantidad por m<sup>3</sup> de los materiales, se reemplazó ceniza de coronta de maíz en las proporciones establecidas en relación al peso del cemento. En este sentido, se tiene 428 kg de cemento para la muestra patrón, 406.79 kg de cemento y 21.41 kg de CCM para 5%CCM, 385.38 kg de cemento y 42.82 kg de CCM para 10%CCM, 363.97 kg de cemento y 64.23 kg de CCM para 15%CCM. Todas estas cantidades para la elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto.

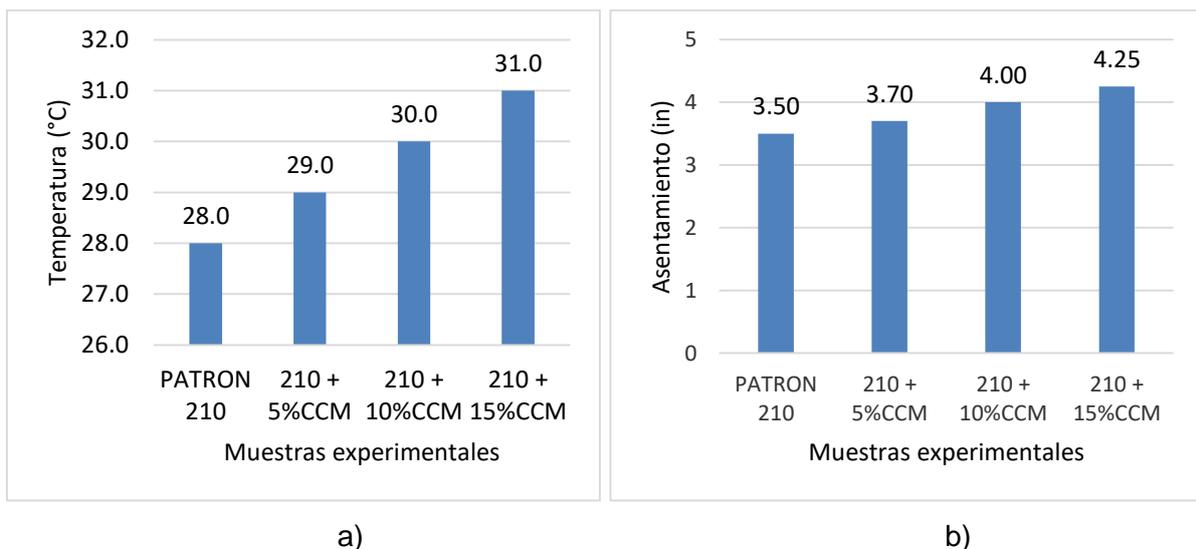
**TABLA VI.**

**Diseño de mezcla del concreto patrón f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>**

Materiales por m <sup>3</sup>			
Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
428 kg	749 kg	862 kg	270 L
Dosificación/ Proporción en peso			
1.00	1.75	2.01	26.8 L/pie <sup>3</sup>
Dosificación/ Proporción en volumen			
1.00	1.74	2.18	26.8 L/pie <sup>3</sup>

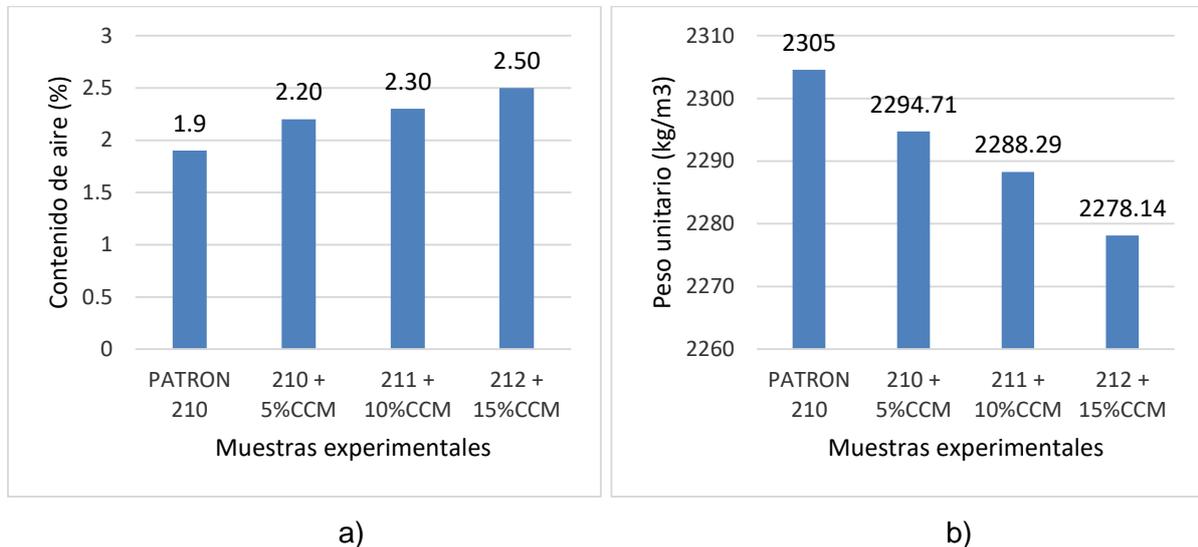
Respecto a las propiedades físicas de las muestras experimentales que contemplan a la muestra patrón y aquellas con reemplazo de CCM, se realizaron la temperatura, el asentamiento, el contenido de aire y el peso unitario.

En la Fig. 2a, se observa que todas las temperaturas de las muestras experimentales están por debajo de 32°C, cumpliendo con la NTE E.60, asimismo la gráfica refleja un aumento en la temperatura cuando se incrementa el porcentaje de CCM. Respecto al asentamiento (Fig. 2b), vemos que aumenta de manera lineal a medida que se produce el reemplazo, con variaciones pequeñas entre muestras experimentales.



**Fig. 2.** Ensayos del concreto en estado fresco. a) Temperatura, b) Asentamiento

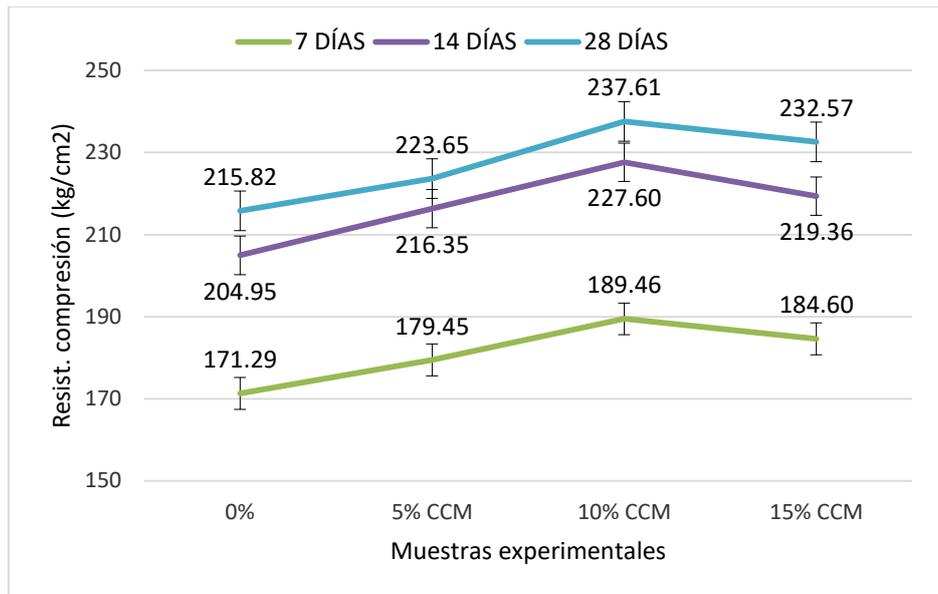
En relación al contenido de aire (Fig. 3a), se produce un aumento de las burbujas de aire atrapadas en el concreto al incorporar la CCM como sustituto del cemento, esto conlleva a una disminución del peso unitario como se observa en la Fig. 3b.



**Fig. 3.** Ensayos del concreto en estado fresco. a) Contenido de aire, b) Peso unitario

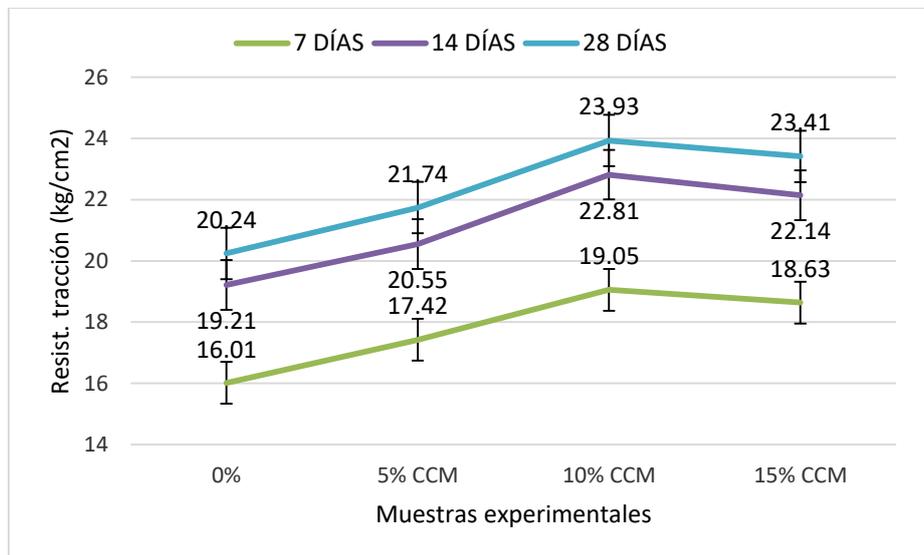
Respecto a las propiedades mecánicas de las muestras experimentales que contemplan a la muestra patrón y aquellas con reemplazo de CCM, se evaluaron la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción, resistencia a la flexión y módulo de elasticidad.

En la Fig. 4 se plasman los resultados del ensayo a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado. En esta gráfica notamos que las muestras experimentales que contienen incorporación de CCM presentan mejores resultados que la muestra patrón, mostrando de esta forma su influencia positiva. De estas muestras, vemos que aquella que contiene una sustitución de cemento por 10% de ceniza de coronta de maíz, es la dosificación óptima con un valor a los 28 días de 237.61 kg/cm<sup>2</sup>, frente a una muestra patrón de 215.82 kg/cm<sup>2</sup>, incrementando 10.10% la resistencia.



**Fig. 4.** Resistencia a compresión de los testigos elaborados con y sin reemplazo de CCM

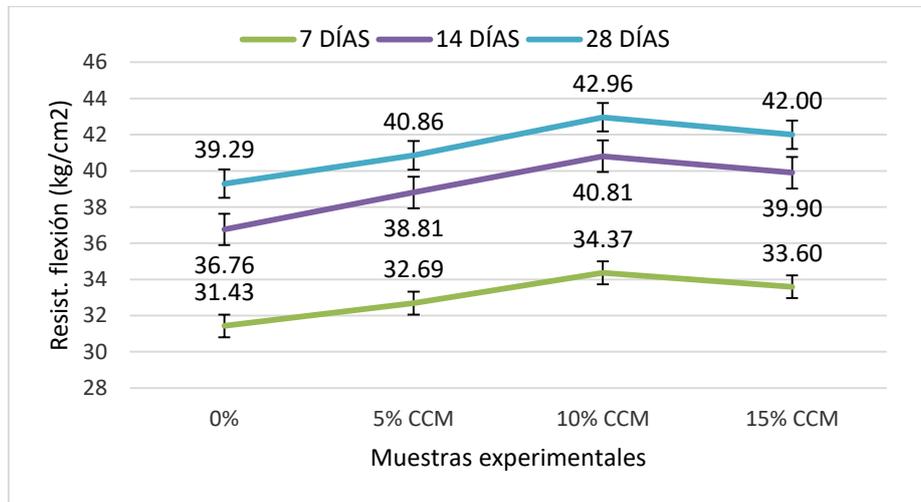
En la Fig. 5 se representan gráficamente los hallazgos a los 7, 14 y 28 días del ensayo a tracción, observando que la incorporación de CCM como sustituto del cemento tiene una influencia positiva sobre esta propiedad mecánica. Además, la muestra 10%CCM otorga mejores beneficios respecto a las demás dosificaciones, con un valor a los 28 días de 23.93 kg/cm<sup>2</sup>, frente a una muestra patrón de 20.24 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando 18.23% la resistencia.



**Fig. 5.** Resistencia a tracción de los testigos elaborados con y sin reemplazo de CCM

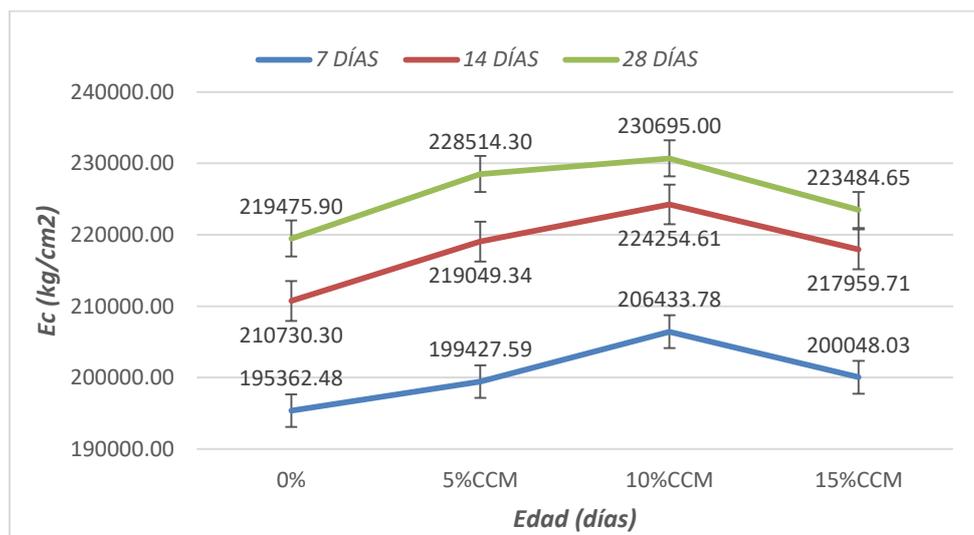
En cuanto al ensayo a flexión del concreto, se pueden visualizar los resultados en la Fig. 6. Se observa que la incorporación de CCM como reemplazo del cemento aporta

positivamente a la resistencia a la flexión, contando con una dosificación ideal de reemplazo de 10%CCM, con un valor a los 28 días de 42.96 kg/cm<sup>2</sup>, frente a una muestra patrón de 39.29 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando 9.34% la resistencia.



**Fig. 6.** Resistencia a flexión de los testigos elaborados con y sin reemplazo de CCM

Como última propiedad mecánica analizada tenemos al módulo de elasticidad, cuyos resultados se muestran en la Fig. 7. Se observa que la incorporación de CCM como reemplazo del cemento beneficia a esta propiedad, contando con una dosificación óptima de sustitución de 10%CCM, con un valor a los 28 días de 230695.00 kg/cm<sup>2</sup>, frente a una muestra patrón de 219475.90 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando 5.11% el módulo de elasticidad.



**Fig. 7.** Módulo de elasticidad de los testigos elaborados con y sin reemplazo de CCM

## 3.2 Discusión

Dentro de las propiedades físicas de los agregados naturales, vemos que el módulo de fineza del agregado fino es una propiedad característica, cuyo valor es 3 y oscila entre 2.3 a 3.1, rango establecido por la ASTM C33 o NTP 400.037 [27]. La densidad de los agregados es normal, debido a que cuenta con valores de 1510.15 kg/m<sup>3</sup> y 1388.58 kg/m<sup>3</sup> para los agregados fino y grueso, respectivamente, ya que se encuentran en el rango de 1300 a 1800 kg/m<sup>3</sup>. Según la ASTM C430 o NTP 334.045 [42] y conocimientos generales en el área de la ingeniería civil, se fija que la finura de un cementante no debe exceder 10% para ser juzgado como material de buena calidad. En la presente investigación, la finura de la CCM tiene un valor de 20.69%, por lo cual su calidad es baja. Por otro lado, el peso específico de la CCM es 2.161 g/cm<sup>3</sup>, valor menor al cementante de referencia (3.120 g/cm<sup>3</sup>). El valor de la gravedad específica encontrado se respalda en Bheel et al. [14], Mohan & Chandrasekaran [16] y Benites [19], ya que determinaron valores de 2.54 g/cm<sup>3</sup>, 2.39 g/cm<sup>3</sup> y 2.510 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente, cuyos datos son ligeramente más altos que nuestro hallazgo. En contraposición, valores mucho más altos lo presentan Ydrogo [24] y Nuñez [20], siendo 2.75 g/cm<sup>3</sup> y 2.96 g/cm<sup>3</sup> su gravedad específica encontrada, acercándose [20] más al valor del cemento de referencia.

La temperatura óptima de calcinación para la CCM según nuestra investigación es 700°C, mismo valor al que incineran su material Mohan & Chandrasekaran [16]. En contraparte, Gonzales & Hoyos [22] y Gamboa & Leonardo [23] encontraron que la temperatura óptima es 600°C y 500°C, respectivamente, las cuales son menores a nuestra temperatura de calcinación ideal.

La proporción en volumen resultante, después de realizar el diseño de mezcla, fue 1:1.74:2.18:26.8 L/pie<sup>3</sup>. Como punto de comparación tenemos a la investigación [22], que ofrece una dosificación de 1:2.03:2.67:28.80 L/pie<sup>3</sup>. Si bien se sabe que cada diseño de mezcla difiere debido a las características de los componentes del concreto, se toma de referencia el estudio [22] porque los agregados tienen la misma procedencia y se diseñó para un  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. Un detalle que podemos apreciar es que el contenido de los agregados y

el agua en nuestro caso son mucho menores que la referencia en comparación, resultando una mayor cantidad de cemento, es decir, una menor relación agua/cemento que proporcionó mejores resistencias.

Analizando las propiedades físicas, los resultados de nuestra investigación están en concordancia con el estudio [23], donde el asentamiento aumenta a medida que se incrementa el reemplazo. Caso contrario ocurre en las investigaciones [14], [16], [21] y [22], donde la el slump disminuye a medida que se aumenta el reemplazo de CCM. En cuanto al contenido de aire Ydrogo [24] da sustento a la variación en aumento que producen los replazos, esto se ve reflejado en la densidad, cuyo valor decrece a medida que se produce la sustitución y queda respaldado en las investigaciones [14], [22] y [23]. Estas dos últimas investigaciones también corroboran que a medida que se aumenta el reemplazo de CCM, la temperatura tiende a incrementarse.

En cuanto a las propiedades mecánicas del concreto, se tiene que la sustitución de CCM es beneficioso. En nuestra investigación tenemos el porcentaje óptimo en 10%CCM para todas las propiedades mecánicas y luego empieza a disminuir. Pues bien, en relación a la resistencia a la compresión, el punto de inflexión se produce en 5%CCM, 4%CCM, 6%CCM y 7%CCM; para Mohan & Chandrasekaran [16], Huayta [21], Gonzales & Hoyos [22] y Gamboa & Leonardo [23], respectivamente, con una mejoría de 2.2%, 9.26%, 10.4% y 3.00%, respecto a su respectivo concreto de referencia. En cambio, en el estudio de Şerbănoiu et al. [6] sus resultados decrecen desde el primer reemplazo de 2.5%CCM respecto al volumen del cemento. Ahora bien, en nuestra investigación se incrementó 10.10%, que en comparación a los estudios presentados es un aumento considerable. En cuanto a la resistencia a la tracción, el punto de inflexión se produce en 3%CCM, 7%CCM, para Gonzales & Hoyos [22] y Gamboa & Leonardo [23], respectivamente, con una mejoría de 8.41% y 9.59%, respecto a su respectivo concreto de referencia. Teniendo en cuenta que nuestro reemplazo es más alto y que incrementa en 18.23% esta propiedad, tenemos mejores resultados que las investigaciones mencionadas. En relación a la resistencia a la flexión, el punto de inflexión se produce en 9%CCM, 7%CCM y 6%CCM, para Gonzales & Hoyos [22], Gamboa & Leonardo

[23] e Ydrogo [24], respectivamente, con una mejoría de 4.87%, 15.59% y 10.27%, respecto a su respectivo concreto de referencia. Teniendo en cuenta que nuestro reemplazo de 10%CCM ofrece una mejoría de 9.34%, se tienen resultados similares a las investigaciones mencionadas. Finalmente, en función al módulo de elasticidad, Gonzales & Hoyos [22] determinó una mejoría usando 6%CCM con un incremento de 7.12% respecto a la muestra patrón. En nuestro caso, el óptimo se dio en 10%CCM con una mejoría de 5.11%, valor similar al estudio referenciado. En términos generales vemos que, en mayor o menor reemplazo, la influencia de la ceniza de coronta de maíz influye de manera positiva sobre las propiedades mecánicas del concreto haciéndolo un material viable para su uso estructural.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

Respecto a la caracterización física de los agregados naturales, la arena tiene un módulo de fineza de 3.00 y un peso unitario suelto de 1510.15 kg/m<sup>3</sup>; la piedra chancada presenta un TMN de 3/4" y un peso unitario suelto de 1388.58 kg/m<sup>3</sup>. En cuanto a la ceniza de coronta de maíz, cuenta con un peso específico bajo de 2.161 g/cm<sup>3</sup> respecto al cemento Tipo I de 3.120 g/cm<sup>3</sup>.

Según el índice de actividad puzolánica, la temperatura óptima de calcinación de la CCM es 700°C. La proporción en volumen del diseño de mezcla obtenida fue de 1:1.74:2.18:26.8 L/pie<sup>3</sup>, con cantidades por m<sup>3</sup> de 428 kg, 749 kg, 862 kg y 270 L para el cemento, la arena, la piedra y el agua, respectivamente.

En relación a las propiedades físicas del concreto, la temperatura y el asentamiento se incrementan a medida que se aumenta la dosificación de reemplazo de CCM por cemento; asimismo, el contenido de aire se eleva progresivamente y el peso unitario decrecen a medida que se produce la sustitución de los materiales estudiados.

En relación a las propiedades mecánicas, la sustitución de la ceniza de coronta de maíz influencia positivamente sobre ellas, siendo 10%CCM el porcentaje óptimo que mejora

en 10.10%, 18.23%, 9.34% y 5.11% la resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad, respectivamente.

A modo de conclusión general, se afirma que la sustitución de ceniza de coronta de maíz por cemento influye positivamente sobre el desempeño mecánico del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.2. Recomendaciones**

Para futuras investigaciones, se recomienda realizar una caracterización química de la ceniza de coronta de maíz para determinar su composición y analizar las reacciones involucradas más a detalle.

Cuando se replique a otros estudios, se recomienda evaluar la temperatura de calcinación de la ceniza coronta de maíz, ya que varíe según el lugar como se ha corroborado en la revisión de la literatura.

En función al diseño de mezcla, se recomienda mezclar previamente los materiales cementantes para obtener una mezcla más uniforme; asimismo, se recomienda un diseño usando la relación agua/cemento por durabilidad debido a los buenos resultados presentados por resistencia.

En base a las propiedades físicas, se recomienda utilizar proporciones menores o iguales a 10% de ceniza de coronta de maíz para ofrecer una mejor trabajabilidad al mismo.

Teniendo en cuenta los resultados favorables en cuanto a resistencia mecánicas, se recomienda evaluar propiedades de durabilidad del concreto.

## REFERENCIAS

- [1] A. Al-Mansour, C. Chow, L. Feo, R. Penna and D. Lau, "Green concrete: By-products utilization and advanced approaches," *Sostenibilidad (Suiza)*, vol. 11, no. 19, 2019.
- [2] T. Nagaraju, S. Mantena, M. Azab, S. Alisha, C. El Hachem, M. Adamu and P. Rama , "Prediction of high strength ternary blended concrete containing different silica proportions using machine learning approaches," *Results in Engineering*, vol. 17, 2023.
- [3] R. Abhishek , B. Gowda, D. Naveen , K. Naresh , R. Sundarakannan, V. Arumugaprabu and A. Varsha, "Prediction of Compressive Strength of Corncob Ash Concrete for Environmental Sustainability Using an Artificial Neural Network: A Soft Computing Techniques," *Journal of Soft Computing in Civil Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 115 - 137, 2023.
- [4] P. Murthi , K. Poongodi and R. Gobinath , "Effects of Corn Cob Ash as Mineral Admixture on Mechanical and Durability Properties of Concrete - A Review," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 1006, no. 1, 2020.
- [5] A. Aliu, O. Olalusi, P. Awoyera and M. Kiliswa, "Evaluation of pozzolanic reactivity of maize straw ash as a binder supplement in concrete," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 18, 2023.
- [6] A. Şerbănoiu, C. Grădinaru, R. Muntean, N. Cimpoeşu and B. Şerbănoiu, "Corn Cob Ash versus Sunflower Stalk Ash, Two Sustainable Raw Materials in an Analysis of Their Effects on the Concrete Properties," *Materials*, vol. 15, no. 3, 2022.
- [7] J. Martillo , R. Lesme , A. Martínez, L. Oliva and L. Orozco , "Estudios

paramétricos de la gasificación de la tusa de maíz en gasificadores downdraft," *Tecnología Química*, vol. 39, no. 2, 2019.

- [8] A. M. Maglad, M. Amin, A. M. Zeyad, B. A. Tayed y I. S. Agwa, «Engineering properties of ultra-high strength concrete containing sugarcane bagasse and cornstalk ashes,» *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 23, nº 8, pp. 3196-3218, 2023.
- [9] S. Lawanwadeekul, A. Srisuwan, N. Phonphuak y P. Chindaprasit, «Enhancement of porosity and strength of clay brick fired at reduced temperature with the aid of corn cob and waste glass,» *Construction and Building Materials*, vol. 369, nº 6, 2023.
- [10] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Informe Técnico N°2: Panorama Económico Departamental, Diciembre 2022,» INEI, Perú, 2023.
- [11] G. Castillo, J. Chavarry, J. Peralta and S. Muñoz Pérez, "Uso de residuos agroindustriales en las propiedades mecánicas del concreto: Una revisión literaria," *Revista Ingeniería*, vol. 5, no. 13, p. 123–142, 2021.
- [12] S. Mayta-Paucara, E. Norabuena-Meza, A. Tello-Sánchez y M. E. Quintana-Cáceda, «EXTRACCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE CELULOSA A PARTIR DE RESIDUOS DE HOJAS DE MAÍZ,» *TECNIA*, vol. 33, nº 2, pp. 53-61, 2023.
- [13] Ministerio del ambiente, «SERVICIO DE PROSPECCION, COLECCION, ELABORACION DE MAPAS DE DISTRIBUCIÓN Y ESTUDIO SOCIOECONÓMICO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES ASOCIADOS AL CULTIVO DE LAS RAZAS DE MAIZ,» MINAM, Perú, 2015.
- [14] N. Bheel, M. Ali, Y. Liu, T. Tafsirojjaman, P. Awoyera, N. Sor and L. Romero, "Utilization of corn cob ash as fine aggregate and ground granulated blast furnace slag as cementitious material in concrete," *Buildings*, vol. 11, no. 9,

2021.

- [15] J. A. Ahmad, M. Moafak Arbili, H. Alabduljabbar y A. Farouk Deifalla, «Concrete made with partially substitution corn cob ash: A review,» *Case Studies in Construction Materials*, vol. 18, pp. 1-18, 2023.
- [16] S. Mohan y P. Chandrasekaran , «Effect of Artificial Fibers and Corn Cob Ash on Mechanical Behavior of High Performance Concrete,» *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 31, nº 4, pp. 3713 - 3721, 2022.
- [17] J. Oluremi , A. Raheem , R. Balogun and A. Moshood , "Early strength development assessment of concrete produced from cement replaced with nano silica activated Corn Cob Ash," *Materials Today: Proceedings*, 2023.
- [18] N. Bheel y A. Adesina, «Influence of Binary Blend of Corn Cob Ash and Glass Powder as Partial Replacement of Cement in Concrete,» *Silicon*, vol. 13, nº 5, pp. 1647 - 1654, 2021.
- [19] M. L. Benites , «Resistencia a la compresión del concreto sustituyendo al cemento por ceniza de Zea Mays y Argopecten Purpuratus, Chimbote - Áncash - 2021,» Chimbote - Perú, 2021.
- [20] C. Nuñez, «Resistencia y Conductividad térmica de concreto 210kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo cemento en 10% y 20% por ceniza de rastrojo de maíz y cáscara de huevo.,» Huaraz - Perú, 2020.
- [21] J. Huayta , «Evaluación de la mezcla de cenizas de rastrojo de maíz y esquisto en las propiedades del concreto F<sup>'</sup>c=210 kg/cm<sup>2</sup>, Huaral, 2020,» Lima .Perú, 2021.
- [22] A. Gonzales y E. Hoyos , «Análisis de las Propiedades Mecánicas del Concreto Adicionando Ceniza de Rastrojo de Zea Mays Reforzado con Fibra de Acero,» Pimentel - Perú, 2023.
- [23] O. Gamboa y J. Leonardo , «Caracterizacion de las propiedades

mecánicas de un concreto sustituyendo cenizas de rastrojo de maíz reforzados con fibra de cabuya,» Pimentel Perú, 2023.

- [24] C. Ydrogo , «Elaboración de concreto incorporando puzolana de mazorca de maíz y aserrín calcinado como sustituto parcial del cemento,» Pimentel - Perú, 2023.
- [25] L. Gutiérrez , El concreto y otros materiales para la construcción, Universidad Nacional de Colombia, 2003.
- [26] S. H. Kosmatka, B. Kerkhoff y W. C. and Panarese, Design and Control of Concrete Mixtures, 14th ed., Skokie, Illinois, USA: Portland Cement Association, 2002.
- [27] *AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones*, INACAL, NTP 400.037, 2021.
- [28] *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento hidráulico. Especificaciones*, INACAL, NTP 339.088, 2021.
- [29] T. Harmsen, Diseños de estructuras de concreto armado, 3ra ed., FONDO EDITORIAL, 2002.
- [30] M. Shetty y A. Jain, Concrete Tehcnology, 8th ed., Ram Nagar, New Delhi: S.Chand Publishing, 2019.
- [31] N. Arthur, Diseño de estructuras de concreto, Editorial Mcgraw Hill, 2001.
- [32] *Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado*, Perú, 2020.
- [33] *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (3 ed.)*, NTP 339.078, INDECOPI, 2012.
- [34] «Resistencia a la tracción del concreto,» idoc.pub, Abril 2020. [En línea]. Available: <https://idoc.pub/documents/15-resistencia-a-la-traccion-del-concretodocx-2nv8m326p9lk>.

- [35] C. Oscanoa y R. Sevilla , Mejoramiento conservativo del maíz en la sierra del Perú, Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, 2011.
- [36] B. Vinuesa, «COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES DEL MAÍZ (*Zea mays*) (CÁSCARA, PELUSA, TUSA Y PANCA) UTILIZADOS EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES,» Los Rios - Ecuador, 2020.
- [37] J. Córdoba, E. Salcedo, R. Rodríguez, J. Zamora, R. Manríquez, H. Contreras, J. Robledo and E. Delgado, "Caracterización y valoración química del olote: degradación hidrotérmica bajo condiciones subcríticas," *Revista latinoamericana de química*, vol. 41, no. 3, 2013.
- [38] W. Cerna , «Resistencia de mortero al sustituir 5%, 10% y 15% de cemento por cenizas de tusa de maíz.,» Chimbote – Perú, 2021.
- [39] H. Ñaupas , M. Valdivia, J. Palacios and H. Romero, Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la tesis, Bogotá: Ediciones de la U, 2018.
- [40] C. Monje, Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica, 2011.
- [41] *CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 2da edición, INACAL NTP 339.183 (revisada el 2018), 2013.*
- [42] *CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la finura del cemento Portland por el tamiz de 45  $\mu\text{m}$  (No. 325), NTP334.045, INDECOPI, 2010.*

## ANEXOS

ANEXO 1: ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN .....	46
ANEXO 2: ACTA DE APROBACIÓN DE ASESOR .....	47
ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	48
ANEXO 4: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN – Variable independiente.....	49
ANEXO 5: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN- Variable dependiente .....	50
ANEXO 6: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE AGREGADOS FINO Y GRUESO .....	51
ANEXO 7: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS A LA CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ .....	59
ANEXO 8: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS FÍSICOS DEL CONCRETO	69
ANEXO 9: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	77
ANEXO 10: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN .....	81
ANEXO 11: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.....	85
ANEXO 12: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO .....	89
ANEXO 13: CERTIFICADO DE REGISTRO DE LABORATORIO .....	93
ANEXO 14: SOLICITUD DE PERMISO DEL LABORATORIO PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	94
ANEXO 15: FICHAS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO.....	96
ANEXO 16: INFORME DE ANÁLISIS QUÍMICO .....	127
ANEXO 17: INFORME DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y VALIDACIÓN POR PROFESIONALES.....	129

ANEXO 18: ACEPTACIÓN DE ARTÍCULO DE REVISTA .....	153
ANEXO 19: FOTO- Ensayos del agregado fino .....	154
ANEXO 20: FOTO- Ensayos del agregado grueso .....	155
ANEXO 21: FOTO- Procesos de calcinación y molienda de la coronta de maíz....	155
ANEXO 22: FOTO- Ensayos de la ceniza de coronta de maíz .....	156
ANEXO 23: FOTO- Elaboración de probetas y vigas.....	156
ANEXO 24: FOTO- Ensayos físicos del concreto-Asentamiento .....	157
ANEXO 25: FOTO- Ensayos físicos del concreto-Contenido de aire .....	157
ANEXO 26: FOTO- Ensayos físicos del concreto-Peso Unitario.....	158
ANEXO 27: FOTO- Ensayos físicos del concreto-Temperatura.....	159
ANEXO 28: FOTO- Ensayos mecánicos del concreto-resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. ....	160
ANEXO 29: FOTO- Ensayos mecánicos del concreto- módulo de elasticidad a los 7, 14 y 28 días. ....	161
ANEXO 30: FOTO- Ensayos mecánicos del concreto- resistencia a la tracción a los 7, 14 y 28 días. ....	162
ANEXO 31: FOTO- Ensayos mecánicos del concreto- resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días. ....	163
ANEXO 32: FICHA TÉCNICA – Cemento Tipo I.....	164
ANEXO 33: VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	165

## ANEXO 1: ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN



### ACTA DE REVISIÓN DE SIMILITUD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Vasquez Chavez Lily Rocio** docente del curso de **Investigación II** del Programa de Estudios de Nombre del programa de estudios, luego de revisar la investigación del estudiante, **Damian Paico Juan Daniel**.

#### EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO

Dejo constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del porcentaje 19%, 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 cumple 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.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Vasquez Chavez Lily Rocio	DNI: 46204703	
---------------------------	---------------	--

Pimentel, 29 de agosto de 2024.

ANEXO 2: ACTA DE APROBACIÓN DE ASESOR



ACTA DE APROBACIÓN DEL ASESOR

Yo **Vasquez Chavez Lily Rocio**, quien suscribe como asesor designado mediante Resolución de Facultad N°0385-2024/FIAU-USS, del proyecto de investigación titulado **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO**, desarrollado por el estudiante: **Bachiller, Damian Paico Juan Daniel**, del programa de estudios de la **escuela profesional de Ingeniería Civil**, acredito haber revisado, y declaro expedito para que continúe con el trámite.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Vasquez Chavez Lily Rocio	DNI: 46204703	
---------------------------	---------------	--

Pimentel, 29 de agosto de 2024.

ANEXO 3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA	ENFOQUE/ TIPO / DISEÑO	TÉCNICAS/ INSTRUMENTO
<p>Problema: ¿Cómo influye el reemplazo de ceniza de coronta de maíz respecto al peso del cemento en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Evaluar el comportamiento físico y mecánico del concreto reemplazando el cemento por ceniza de coronta de maíz</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Determinar la caracterización física de los materiales pétreos y de la coronta de maíz.</li> <li>● Determinar la temperatura óptima de calcinación para la ceniza de coronta de maíz mediante el índice de actividad puzolánica.</li> <li>● Elaborar el diseño de mezcla del concreto patrón f'c210 kg/cm2.</li> <li>● Determinar las propiedades físicas del concreto sustituyendo el cemento por ceniza de coronta de maíz en porcentajes de 5%,10% y 15%.</li> <li>● Determinar las propiedades mecánicas del concreto sustituyendo el cemento por ceniza de coronta de maíz en porcentajes de 5%,10% y 15%.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis</b> Hi: Si se reemplaza la ceniza de coronta de maíz respecto al peso del cemento entonces permitirá mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto Ho: El reemplazo de la ceniza de coronta de maíz respecto al peso del cemento no permitirá incrementar las propiedades físicas y mecánicas del concreto.</p>	<p><b>V.I:</b> Cenizas de coronta de maíz <b>V.D:</b> Propiedades físicas y mecánicas del concreto.</p>	<p><b>Población:</b> Todos los especímenes cilíndricos y prismáticos, a los que se le incorporó ceniza de coronta de maíz. <b>Muestra:</b> Representan los 144 especímenes entre testigos cilíndricos y prismáticos</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Diseño:</b> Experimental <b>Nivel:</b> Cuasiexperimental</p>	<p>Técnica: Observación directa- Instrumento: Fichas técnicas de laboratorio</p>

ANEXO 4: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN – Variable independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
. Ceniza de coronta de maíz (CCM)	Sustancia que resulta de la calcinación a alta temperatura y posterior tamizado.	La ceniza de coronta de maíz se usó como reemplazo del cemento en porcentajes del 5, 10 y 15% para la elaboración de concreto de $f'c$ de 210 kg/cm <sup>2</sup>	Características de las partículas	-Peso específico de masa. -Absorción.  -Densidad Suelta y Consolidada.  -Finura		Botella de Le´Chatelier/ Balanza/ Recipientes/ Horno  Colador/ Moldes/ Recipientes/ Balanza  Tamiz # 325/ Balanza 0.01g	g/cm <sup>3</sup>  %  Kg/m <sup>3</sup>  %	Variable numérica	De Razón

ANEXO 5: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN- Variable dependiente

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
<b>Propiedades del concreto</b>	Las propiedades del concreto son características que determinan su comportamiento	Las cualidades del concreto que se determinaron fueron las físicas y mecánicas	El concreto en estado fresco	Asentamiento	Cono de Abrams “	Fichas de observación y equipos de laboratorio	%	Variable numérica	De razón
				Temperatura	°C				
				Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>				
				Contenido de aire	%				
			Diseño	Proporciones de diseño	m <sup>3</sup>				
			El concreto en estado endurecido	R' a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>				
				R' a la flexión					
				R' a la tracción					
				Mód. De elasticidad					

ANEXO 6: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE AGREGADOS FINO Y GRUESO



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
 Pimentel – Lambayeque  
 R.U.C. 20480781334  
 Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Palco Juan Daniel**

Proyecto : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.**

Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**

Inicio de Ensayo : **Lunes, 09 de octubre del 2023**

Fin de Ensayo : **Martes, 10 de octubre del 2023**

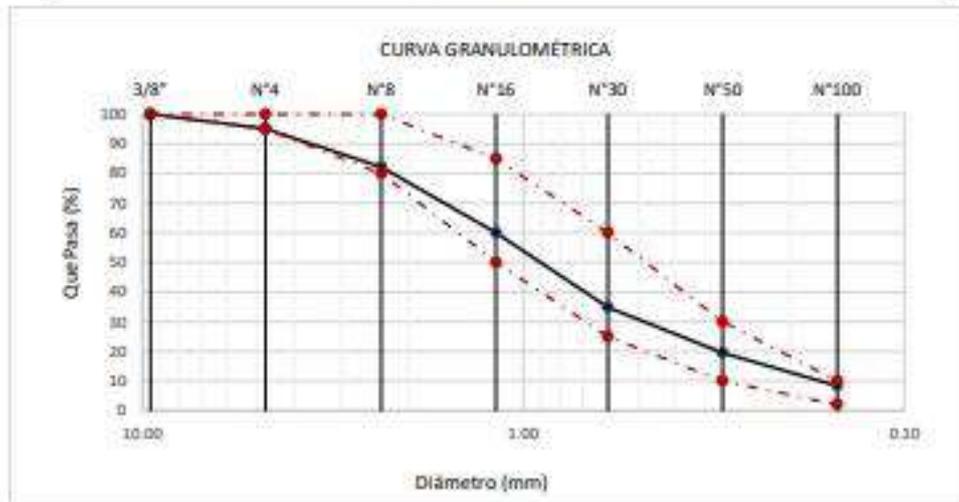
ENSAYO : **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.**

NORMA : **N.T.P. 400.012**

Muestra : **Arena Gruesa**

Cantera : **La Victoria-Pátapo**

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	4.9	4.9	95.1	95 - 100
Nº 8	2.360	12.9	17.8	82.2	80 - 100
Nº 16	1.180	22.2	40.0	60.0	50 - 85
Nº 30	0.600	25.2	65.2	34.8	25 - 60
Nº 50	0.300	15.3	80.5	19.5	10 - 30
Nº 100	0.150	11.2	91.7	8.3	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.00</b>



**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : 0910A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Damián Paico Juan Daniel

Proyecto : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

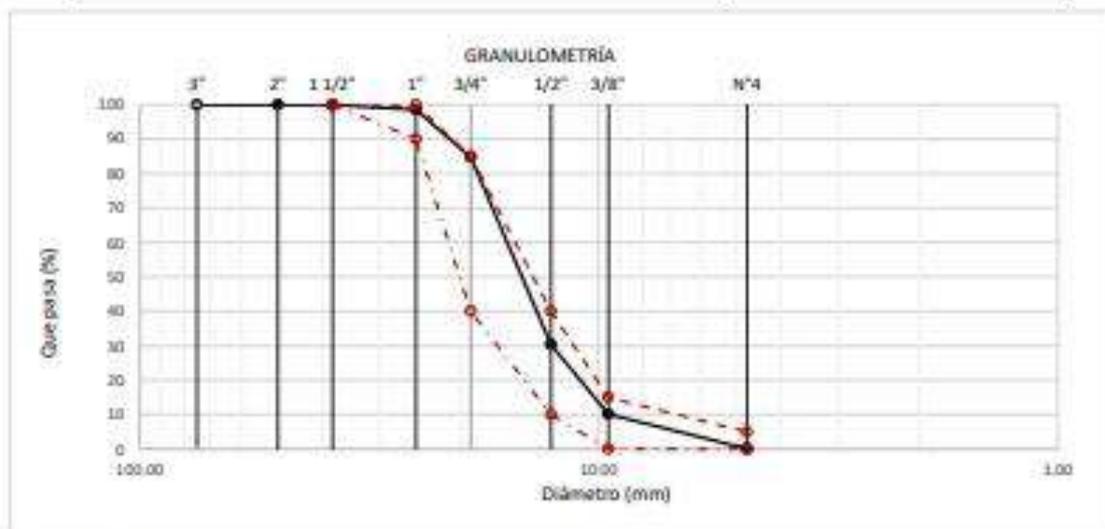
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
Inicio de ensayo : Lunes, 09 de octubre del 2023  
Fin de Ensayo : Martes, 10 de octubre del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

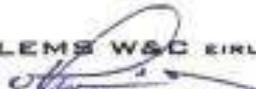
Cantera : Pachemes

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	1.4	1.4	98.6	90 - 100
3/4"	19.00	13.9	15.3	84.7	40 - 85
1/2"	12.70	54.3	69.6	30.4	10 - 40
3/8"	9.52	20.3	89.9	10.1	0 - 15
N°4	4.75	10.0	99.9	0.1	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
T.E.C. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
 Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de Ensayo : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Fin de Ensayo : **Martes, 10 de octubre del 2023**

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**

Cantera: **La Victoria- Pátapo**

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1526.39
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1510.15
Contenido de Humedad	(%)	1.08
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1620.04
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1602.80
Contenido de Humedad	(%)	1.08

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel  
 Proyecto : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de ensayo : Martes, 10 de octubre del 2023  
 Fin de Ensayo : Miércoles, 11 de octubre del 2023  
 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                      Cantera: Pacherras

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1400.24</b>
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1388.58</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>0.84</b>
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1534.15</b>
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1521.37</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>0.84</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

INFORME

Solicitud de Ensayo : : **0910A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : : Damián Paico Juan Daniel

Proyecto / Obra : : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

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

Fecha de Apertura : : Lunes, 09 de octubre del 2023

Inicio de ensayo : : Jueves, 12 de octubre del 2023

Fin de Ensayo : : Sábado, 14 de octubre del 2023

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Muestra: Cantera Pacherras - Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.598
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.174

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

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

Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023

Inicio de Ensayo : Jueves, 12 de octubre del 2023

Fin de Ensayo : Sábado, 14 de octubre del 2023

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria-Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.512
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.197

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

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

Fecha de vaciado : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**

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	2.519	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.548	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1510.15	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1602.80	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.18	%
6.- Contenido de humedad	1.08	%
7.- Módulo de finiza	3.00	

Agregado grueso :

: **Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras**

1.- Peso específico de masa	2.638	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.669	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1388.58	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1521.37	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.17	%
6.- Contenido de humedad	0.84	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	4.9	95.1
Nº 08	12.9	82.2
Nº 16	22.2	60.0
Nº 30	25.2	34.8
Nº 50	15.3	19.5
Nº 100	11.2	8.3
Fondo	8.3	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	1.4	98.6
3/4"	13.9	84.7
1/2"	54.3	30.4
3/8"	20.3	10.1
Nº 04	10.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENGENIERO DE MATERIALES Y SUELOS



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

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : Damián Paico Juan Daniel

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

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

Fecha de vaciado : Sábado, 11 de noviembre del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	3 1/2 Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2305 Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia promedio a los 7 días	:	171 Kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje promedio a los 7 días	:	81.6 %
Factor cemento por M <sup>3</sup> de concreto	:	10.1 bolsas/m <sup>3</sup>
Relación agua cemento de diseño	:	0.629

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	428	Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I-PACASMAYO
Agua	270	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	749	Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	862	Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.75	2.01	26.8	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :	1.0	1.74	2.18	26.8	Lts/pie <sup>3</sup>
-------------------------	-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

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



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. EN CIENCIAS DE MATERIALES Y SUELOS



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

ANEXO 7: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS A LA CENIZA DE CORONTA DE  
MAÍZ



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitud de ensayo : **1706A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : Damián Paico Juan Daniel

Proyecto : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
Inicio de ensayo : Martes, 10 de octubre del 2023  
Fin de ensayo : Martes, 10 de octubre del 2023

Ensayo : Método de ensayo. Ensayos físicos de la cal viva, cal hidratada y piedra caliza  
Densidad suelta aparente de la cal hidratada, cal viva pulverizada y piedra caliza.  
Densidad compactada aparente de la cal hidrata, cal viva pulverizada y piedra caliza.

Referencia : ASTM C 110-15  
ASTM C-535 /N.T.P. 339.185

Material : Ceniza de coronta de maíz

Densidad de Consolidación Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>774.19</b>
Densidad de Consolidación Seca	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>720.90</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>9.60</b>

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de ensayo : **1706A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : Damián Paico Juan Daniel

Proyecto : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
Inicio de ensayo : Martes, 10 de octubre del 2023  
Fin de ensayo : Martes, 10 de octubre del 2023

Ensayo : Método de ensayo. Ensayos físicos de la cal viva, cal hidratada y piedra caliza  
Densidad suelta aparente de la cal hidratada, cal viva pulverizada y piedra caliza.  
Densidad compactada aparente de la cal hidrata, cal viva pulverizada y piedra caliza.

Referencia : ASTM C 110-15  
ASTM C-535 /N.T.P. 339.185

Material : Ceniza de coronta de maíz

Densidad Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>564.36</b>
Densidad Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>525.51</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>7.39</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

Solicitud de Ensayo: **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante: **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

Ubicación: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura: Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de ensayo: Martes, 10 de octubre del 2023  
 Fin de ensayo: Jueves, 12 de octubre del 2023

ENSAYO: **ABSORCIÓN**  
 NORMA DE REFERENCIA: **N.T.P. 400.022**

Muestra: **Ceniza de coronta de maíz**

Proveniencia: **Provincia de Chiclayo**

**I. DATOS**

		F-2	F-3
1.- Masa del material superficialmente seco	(g)	20.00	20.00
2.- Masa del material secado al horno	(g)	18.76	18.43

**II.- RESULTADOS**

				PROMEDIO
1.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	6.61	6.52	<b>7.56</b>

**Observaciones :**

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



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

INFORME

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : Damián Paico Juan Daniel

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

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

Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023

Inicio de ensayo : Martes, 10 de octubre del 2023

Fin de ensayo : Martes, 10 de octubre del 2023

NORMA : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA : N.T.P. 334.005-2011

INSTRUMENTOS : Botella de Le Chatelier

Termómetro digital

Balanza digital

MATERIAL : Ceniza de coronta de maíz

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.161
-----------------------------	-----------------------	-------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- El líquido utilizado es Kerosene.
- Se realizó ciclos de baño maría con agua regulada a temperatura de 20°C .
- La lectura inicial se tomó luego de estabilizar el volumen del líquido .



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo** : 0910A-23/ LEMS W&C  
**Solicitante** : Damián Paico Juan Daniel  
**Proyecto / Obra** : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
**Ubicación** : Dist. Pimental, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
**Fecha de apertura** : Lunes, 09 de octubre del 2023  
**Inicio de ensayo** : Martes, 10 de octubre del 2023  
**Fin de ensayo** : Jueves, 12 de octubre del 2023  
**Muestras** : Ceniza de coronta de maíz

Código	Norma
Norma: N.T.P. 334.045	Método de ensayo normalizado para determinar la finura del cemento Portland por el tamiz de 45 um (N°325)

Material	Peso de material (gr)	Factor de corrección de la malla (%)	Residuo retenido en la malla N°325 (%)	Residuo corregido (%)	Finura del cemento (%)
M01	1	16.7	87.8	79.1	20.9
M02	1	16.7	68.3	79.7	20.3
M03	1	16.7	87.8	79.1	20.9
M04	1	16.7	68.1	79.4	20.6

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	FINURA
	CBCA
Promedio (%)	20.69
Valor Máximo (%)	20.95
Valor Mínimo (%)	20.57
Desviación estándar (%)	0.29
Coefficiente de variación (%)	1.40

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENGENYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
 Fecha de apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de ensayo : **Martes, 10 de octubre del 2023**  
 Fin de ensayo : **Martes, 07 de noviembre del 2023.**

Ensayo : **CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.**  
**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland**

Norma : **NTP 334.051: 2013**  
**NTP 334.066: 2018**

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA PATRÓN - C1	10/10/2023	17/10/2023	7	40590	2500	16.24	165.56
02	MUESTRA PATRÓN - C2	10/10/2023	17/10/2023	7	42880	2500	17.15	174.90
03	MUESTRA PATRÓN - C3	10/10/2023	17/10/2023	7	44720	2500	17.89	182.40
04	MUESTRA PATRÓN - C4	10/10/2023	07/11/2023	28	52910	2500	21.16	215.81
05	MUESTRA PATRÓN - C5	10/10/2023	07/11/2023	28	50650	2500	20.26	206.59
06	MUESTRA PATRÓN - C6	10/10/2023	07/11/2023	28	50990	2500	20.40	207.98
Resistencia a la Compresión Diseño (NTP 334.066: 2018)							<b>20.00</b>	<b>203.96</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>174.29</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>210.13</b> kg/cm <sup>2</sup>	

**NOTA :**

- Dosificación: 1 : 2.75
- Cemento : Tipo I - Pacasmayo
- Arena : La Victoria - Pátapo
- Agua : Potable de la zona
- R/a/c : 0.485

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de ensayo : Martes, 10 de octubre del 2023  
 Fin de ensayo : Martes, 07 de noviembre del 2023

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland

Norma : NTP 334.051: 2013  
 NTP 334.066: 2018

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 600°C	10/10/2023	17/10/2023	7	41810	2500	16.72	170.53
02	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 600°C	10/10/2023	17/10/2023	7	44170	2500	17.67	180.16
03	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 600°C	10/10/2023	17/10/2023	7	46060	2500	18.42	187.87
04	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 600°C	10/10/2023	07/11/2023	28	54500	2500	21.80	222.29
05	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 600°C	10/10/2023	07/11/2023	28	52170	2500	20.87	212.79
06	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 600°C	10/10/2023	07/11/2023	28	52520	2500	21.01	214.22
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>174.29</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>210.13</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (7 días)							<b>179.52</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (28 días)							<b>216.43</b> kg/cm <sup>2</sup>	
<u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 7 días</u>							<b>103.0%</b>	
<u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 28 días</u>							<b>103.0%</b>	

**NOTA :**

- Dosificación: 1 : 2.75
- Cemento : Tipo I - Pacasmayo
- Ceniza de Coronta de Maíz: 20%
- Temperatura: 600C
- Arena : La Victoria - Pátapo
- Agua : Potable de la zona.
- Ra/c : 0.485

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

**Solicitud de Ensayo** : **0910A-23/ LEMS W&C**  
**Solicitante** : **Damián Paico Juan Daniel**

**Proyecto** : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

**Ubicación** : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
**Fecha de apertura** : **Lunes, 09 de octubre del 2023.**  
**Inicio de ensayo** : **Martes, 10 de octubre del 2023**  
**Fin de ensayo** : **Martes, 07 de noviembre del 2023**

**Ensayo** : **CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.**  
**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland**

**Norma** : **NTP 334.051: 2013**  
**NTP 334.066: 2018**

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 650°C	10/10/2023	17/10/2023	7	43840	2500	17.54	178.81
02	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 650°C	10/10/2023	17/10/2023	7	45310	2500	18.52	188.89
03	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 650°C	10/10/2023	17/10/2023	7	48300	2500	19.32	197.01
04	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 650°C	10/10/2023	07/11/2023	28	57140	2500	22.86	233.06
05	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 650°C	10/10/2023	07/11/2023	28	54700	2500	21.88	223.11
06	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 650°C	10/10/2023	07/11/2023	28	55070	2500	22.03	224.62
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>174.29</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>210.13</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (7 días)							<b>188.24</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (28 días)							<b>226.93</b> kg/cm <sup>2</sup>	
<u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 7 días</u>							<b>108.0%</b>	
<u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 28 días</u>							<b>108.0%</b>	

**NOTA :**

- Dosificación: 1 : 2.75  
 Cemento : Tipo I - Pacasmayo  
 Ceniza de Coronta de Maíz: 20%  
 Temperatura: 650 °C  
 Arena : La Victoria - Pátapo  
 Agua : Potable de la zona  
 Ra/c : 0.485

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.  
 - Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Falco Juan Daniel**

Proyecto : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
 Fecha de apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de ensayo : **Martes, 10 de octubre del 2023**  
 Fin de ensayo : **Martes, 07 de noviembre del 2023**

Ensayo : **CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.**  
**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland**

Norma : **NTP 334.051: 2013**  
**NTP 334.066: 2018**

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 700°C	10/10/2023	17/10/2023	7	44650	2500	17.86	182.12
02	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 700°C	10/10/2023	17/10/2023	7	47170	2500	18.87	192.40
03	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 700°C	10/10/2023	17/10/2023	7	49190	2500	19.68	200.64
04	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 700°C	10/10/2023	07/11/2023	28	58200	2500	23.28	237.39
05	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 700°C	10/10/2023	07/11/2023	28	55720	2500	22.29	227.27
06	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 700°C	10/10/2023	07/11/2023	28	56090	2500	22.44	228.78
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>174.29</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>210.13</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (7 días)							<b>191.72</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (28 días)							<b>231.15</b> kg/cm <sup>2</sup>	
<u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 7 días</u>							<b>110.0%</b>	
<u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 28 días</u>							<b>110.0%</b>	

**NOTA:**

- Dosificación: 1 : 2.75
- Cemento : Tipo I - Pacasmayo
- Ceniza de Coronta de Maíz: 20%
- Temperatura: 700 °C
- Arena : La Victoria - Pátapo
- Agua : Potable de la zona
- Ra/c : 0.485

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

**Solicitud de Ensayo** : 0910A-23/ LEMS W&C  
**Solicitante** : Damián Paico Juan Daniel

**Proyecto** : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
**Fecha de apertura** : Lunes, 09 de octubre del 2023  
**Inicio de ensayo** : Martes, 10 de octubre del 2023  
**Fin de ensayo** : Martes, 07 de noviembre del 2023

**Ensayo**  
 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland

**Norma**  
 NTP 334.051: 2013  
 NTP 334.056: 2018

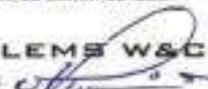
Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 800°C	10/10/2023	17/10/2023	7	42620	2500	17.06	173.84
02	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 800°C	10/10/2023	17/10/2023	7	45020	2500	18.01	183.63
03	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 800°C	10/10/2023	17/10/2023	7	46960	2500	18.78	191.54
04	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 800°C	10/10/2023	07/11/2023	28	55560	2500	22.22	226.62
05	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 800°C	10/10/2023	07/11/2023	28	53180	2500	21.27	216.91
06	MUESTRA EXPERIMENTAL 20% CCM A 800°C	10/10/2023	07/11/2023	28	53540	2500	21.42	218.38
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (7 días)							<b>174.29</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN (28 días)							<b>210.13</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (7 días)							<b>183.00</b> kg/cm <sup>2</sup>	
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL (28 días)							<b>220.64</b> kg/cm <sup>2</sup>	
<i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 7 días</i>							<b>105.0%</b>	
<i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland 28 días</i>							<b>105.0%</b>	

**NOTA :**

- Dosificación: 1 : 2.75  
 Cemento : Tipo I - Pacasmayo  
 Ceniza de Coronta de Maíz: 20%  
 Temperatura: 800 °C  
 Arena : La Victoria - Pátapo  
 Agua : Potable de la zona  
 Ra/c : 0.485

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.  
 - Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

## ANEXO 8: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS FÍSICOS DEL CONCRETO



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel - Lambayeque  
R.L.C. 20480781334

Email: [servicio@lemswyc.com](mailto:servicio@lemswyc.com)

Solicitud de Ensayo : **0916A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

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

Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**  
 Fin de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**

Ensayo : **HORMIGÓN (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 (%)		
DM-01	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	12:00 p.m	Medido "B"	2.20
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	13:00 p.m	Medido "B"	2.30
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	14:00 p.m	Medido "B"	2.50

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**  
 Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**  
 Fin de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**

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 (%)
DM-01	PATRÓN- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	1.9

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



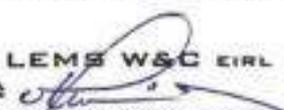
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

**Solicitud de Ensayo** : 0910A-23/ LEMS W&C  
**Solicitante** : Damián Paico Juan Daniel  
  
**Proyecto / Obra** : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 09 de octubre del 2023  
**Inicio de Ensayo** : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
**Fin de Ensayo** : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
  
**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 N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	2295
02	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	2288
03	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	2278

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




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

<b>Solicitud de Ensayo</b>	: 0910A-23/ LEMS W&C
<b>Solicitante</b>	: Damián Paico Juan Daniel
<b>Proyecto / Obra</b>	: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento
<b>Ubicación</b>	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
<b>Fecha de Apertura</b>	: Lunes, 09 de octubre del 2023
<b>Inicio de Ensayo</b>	: Sábado, 11 de noviembre del 2023
<b>Fin de Ensayo</b>	: Sábado, 11 de noviembre del 2023
<b>Ensayo</b>	: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición
<b>Referencia</b>	: N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	PATRÓN- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	2305

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**  
  
 Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**  
  
 Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**  
 Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**  
 Fin de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**  
  
 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 <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	M.P - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	3.57	9.40
DM-02	M.P - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	4	10.16
DM-03	M.P - f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	4.14	10.80

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




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

Solicitud de Ensayo : 0910A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Damián Paico Juan Daniel

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de corona de maíz en relación al peso de cemento

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

Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
Fin de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023

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	PATRON- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	3.12	8.89

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

Solicitud de Ensayo	: 0910A-23/ LEMS W&C
Solicitante	: Damián Paico Juan Daniel
Proyecto / Obra	: Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento.
Ubicación	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de Apertura	: Lunes, 09 de octubre del 2023
Inicio de Ensayo	: Sábado, 11 de noviembre del 2023
Fin de Ensayo	: Sábado, 11 de noviembre del 2023
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 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	29.0
DM-02	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	30.0
DM-03	M.P - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	31.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
 Fin de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023

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	PATRON- f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	28.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

## ANEXO 9: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**  
 Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**  
 Ubicación : **Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
 Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**  
 Fin de Ensayo : **Sábado, 09 de diciembre del 2023**  
 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> )	Fc (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	18/11/2023	7	29589	15.23	182	162.53
02	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	18/11/2023	7	33289	15.34	185	180.01
03	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	18/11/2023	7	31429	15.28	183	171.34
04	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	25/11/2023	14	37184	15.11	179	207.37
05	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	25/11/2023	14	36341	15.12	179	202.53
06	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	25/11/2023	14	36782	15.11	179	204.95
07	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	09/12/2023	28	37454	15.23	182	205.73
08	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	09/12/2023	28	41128	15.23	182	225.91
09	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	210	11/11/2023	09/12/2023	28	39291	15.23	182	215.82

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

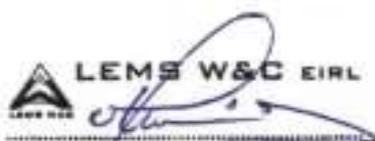
  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel  
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
 Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023  
 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 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	33267	15.23	182	182.61
02	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	32094	15.23	182	176.29
03	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	32681	15.23	182	179.45
04	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	39504	15.11	179	220.31
05	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	38112	15.12	179	212.40
06	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	38809	15.11	179	216.36
07	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	41583	15.25	183	227.66
08	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	40118	15.25	183	219.64
09	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	40851	15.25	183	223.65

 D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>
**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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



Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**  
 Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**  
 Ubicación : **Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
 Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**  
 Fin de Ensayo : **Sábado, 09 de diciembre del 2023**  
 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 Fc	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Fc (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	34639	15.23	182	190.27
02	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	34099	15.17	181	188.66
03	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	34369	15.20	181	189.47
04	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	41134	15.12	179	229.24
05	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	40492	15.11	179	225.96
06	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	40812	15.11	179	227.60
07	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	43299	15.22	182	237.99
08	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	42623	15.13	180	237.23
09	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	42961	15.17	181	237.61

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**  
 Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**  
 Ubicación : **Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.**  
 Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**  
 Fin de Ensayo : **Sábado, 09 de diciembre del 2023**  
 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 Fc	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Fc (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	33097	15.22	182	181.92
02	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	33823	15.23	182	185.79
03	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	33868	15.22	182	186.09
04	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	39302	15.22	182	216.16
05	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	40166	15.22	182	220.77
06	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	40219	15.22	182	221.13
07	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	41371	15.10	179	231.02
08	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	42280	15.23	182	232.24
09	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	42336	15.16	181	234.46

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




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

# ANEXO 10: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



Carificado INDECOPÍ N°00137704 RNP Servicios 90608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chidayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

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

Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
Inicio de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**  
Fin de Ensayo : **Sábado, 09 de diciembre del 2023**

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.**

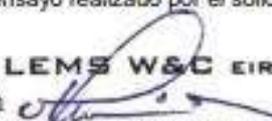
Referencia : **N.T.P. 339.078:2022**

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>y</sub> (Mpa)	M <sub>x</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	18/11/2023	7	21760	450	150	150	0	2.90	29.59
02	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	18/11/2023	7	24470	450	150	150	0	3.26	33.27
03	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	18/11/2023	7	23120	450	150	150	0	3.08	31.43
04	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	25/11/2023	14	27350	450	150	150	0	3.65	37.19
05	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	25/11/2023	14	26730	450	150	150	0	3.56	36.34
06	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	25/11/2023	14	27040	450	150	150	0	3.61	36.76
07	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	09/12/2023	28	27550	450	150	150	0	3.67	37.46
08	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	09/12/2023	28	30250	450	150	150	0	4.03	41.13
09	Testigo - 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	09/12/2023	28	28900	450	150	150	0	3.85	39.29

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**

 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

 Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

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

 Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**

 Inicio de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**

 Fin de Ensayo : **Sábado, 09 de diciembre del 2023**

 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>1</sub> (Mpa)	M <sub>2</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	18/11/2023	7	24470	450	150	150	0	3.26	33.27
02	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	18/11/2023	7	23610	450	150	150	0	3.15	32.10
03	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	18/11/2023	7	24040	450	150	150	0	3.21	32.69
04	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	25/11/2023	14	29060	450	150	150	0	3.87	39.51
05	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	25/11/2023	14	28030	450	150	150	0	3.74	38.11
06	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	25/11/2023	14	28540	450	150	150	0	3.81	38.80
07	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	09/12/2023	28	30590	450	150	150	0	4.08	41.59
08	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	09/12/2023	28	29510	450	150	150	0	3.93	40.12
09	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	09/12/2023	28	30050	450	150	150	0	4.01	40.86

 D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>
**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel  
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
 Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023  
 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°	IDENTIFICACION	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M (Mpa)	M <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	11/11/2023	18/11/2023	7	25480	450	150	150	0	3.40	34.64
02	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	11/11/2023	18/11/2023	7	25080	450	150	150	0	3.34	34.10
03	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	11/11/2023	18/11/2023	7	25280	450	150	150	0	3.37	34.37
04	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	11/11/2023	25/11/2023	14	30250	450	150	150	0	4.03	41.13
05	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	11/11/2023	25/11/2023	14	29780	450	150	150	0	3.97	40.49
06	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	11/11/2023	25/11/2023	14	30020	450	150	150	0	4.00	40.82
07	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	11/11/2023	09/12/2023	28	31850	450	150	150	0	4.25	43.30
08	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	11/11/2023	09/12/2023	28	31350	450	150	150	0	4.18	42.62
09	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	11/11/2023	09/12/2023	28	31600	450	150	150	0	4.21	42.96

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel  
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
 Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023  
 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>1</sub> (Mpa)	M <sub>2</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	18/11/2023	7	24340	450	150	150	0	3.25	33.09
02	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	18/11/2023	7	24880	450	150	150	0	3.32	33.83
03	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	18/11/2023	7	24910	450	150	150	0	3.32	33.87
04	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	25/11/2023	14	28910	450	150	150	0	3.85	39.31
05	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	25/11/2023	14	29540	450	150	150	0	3.94	40.16
06	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	25/11/2023	14	29580	450	150	150	0	3.94	40.22
07	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	09/12/2023	28	30430	450	150	150	0	4.06	41.37
08	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	09/12/2023	28	31100	450	150	150	0	4.15	42.28
09	Testigo - 210 + 15% CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	11/11/2023	09/12/2023	28	31140	450	150	150	0	4.15	42.34

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




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

ANEXO 11: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA  
TRACCIÓN



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel  
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
 Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023  
 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/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
01	Testigo - 210 kg/cm2	210	11/11/2023	18/11/2023	7	110560	152	303	1.53	15.58
02	Testigo - 210 kg/cm2	210	11/11/2023	18/11/2023	7	113060	152	302	1.57	15.97
03	Testigo - 210 kg/cm2	210	11/11/2023	18/11/2023	7	116610	152	302	1.62	16.48
04	Testigo - 210 kg/cm2	210	11/11/2023	25/11/2023	14	136370	151	301	1.91	19.46
05	Testigo - 210 kg/cm2	210	11/11/2023	25/11/2023	14	133500	151	302	1.86	18.99
06	Testigo - 210 kg/cm2	210	11/11/2023	25/11/2023	14	134930	151	302	1.88	19.19
07	Testigo - 210 kg/cm2	210	11/11/2023	09/12/2023	28	147280	152	303	2.03	20.73
08	Testigo - 210 kg/cm2	210	11/11/2023	09/12/2023	28	139770	152	302	1.94	19.73
09	Testigo - 210 kg/cm2	210	11/11/2023	09/12/2023	28	143530	152	302	1.99	20.26

Donde:

D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm2

P: Carga

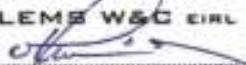
d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel  
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
 Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023  
 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

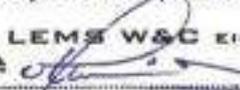
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	118070	151	303	1.61	16.44
02	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	130500	152	303	1.80	18.38
03	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	123290	152	302	1.71	17.46
04	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	145860	151	301	2.04	20.82
05	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	142560	151	302	1.99	20.27
06	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	144210	151	302	2.01	20.55
07	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	146920	152	302	2.04	20.78
08	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	161330	153	303	2.23	22.70
09	Testigo - 210 + 5% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	154130	152	302	2.13	21.74

Donde:

D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 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**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel  
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
 Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023  
 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 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	135880	152	303	1.88	19.15
02	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	133760	152	302	1.86	18.95
03	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	134820	152	302	1.87	19.05
04	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	161360	151	302	2.25	22.95
05	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	158840	151	301	2.22	22.68
06	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	160100	151	302	2.24	22.81
07	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	169850	153	302	2.35	23.98
08	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	167200	151	301	2.34	23.88
09	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	168520	152	301	2.35	23.93

Donde:

D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : Damián Paico Juan Daniel  
 Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
 Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
 Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023  
 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 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	135880	152	303	1.88	19.15
02	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	133760	152	302	1.86	18.95
03	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	18/11/2023	7	134820	152	302	1.87	19.05
04	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	161360	151	302	2.25	22.95
05	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	158840	151	301	2.22	22.68
06	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	25/11/2023	14	160100	151	302	2.24	22.81
07	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	169850	153	302	2.35	23.98
08	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	167200	151	301	2.34	23.88
09	Testigo - 210 + 10% CENIZA DE CORONTA DE MAIZ	210	11/11/2023	09/12/2023	28	168520	152	301	2.35	23.93

Donde:

D.P 210 : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 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**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



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

## ANEXO 12: INFORME DE LABORATORIO ENSAYOS DE MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo - Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycir@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 0910A-23/ LEMS W&C  
Solicitante : Damián Palco Juan Daniel

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023  
Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023  
Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023

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 $\epsilon_x$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	18/11/2023	7	362.47	65	12.88035	0.000322	191248.25	195382.48
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	18/11/2023	7	382.19	73	12.64841	0.000354	198134.61	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	18/11/2023	7	173.25	69	13.74543	0.000332	196704.59	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	25/11/2023	14	301.64	81	13.99717	0.000366	213536.10	210730.30
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	25/11/2023	14	199.02	80	13.68170	0.000366	208698.96	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	25/11/2023	14	301.33	81	13.83948	0.000368	209955.85	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	09/12/2023	28	305.11	82	14.09157	0.000368	213756.94	219475.90
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	09/12/2023	28	224.64	90	13.75330	0.000388	225022.44	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/11/2023	09/12/2023	28	215.18	86	14.77908	0.000375	219648.31	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

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

Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023

Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023

Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023

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> + 5% de CCM

Material : Ceniza de coronta de maíz T= 700°C

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> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo - $f_c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CCM	11/11/2023	18/11/2023	7	162.60	73	14.49332	0.000330	202629.57	199427.59
Testigo - $f_c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CCM	11/11/2023	18/11/2023	7	175.70	70	12.19998	0.000347	195387.89	
Testigo - $f_c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CCM	11/11/2023	18/11/2023	7	180.16	72	12.50818	0.000347	200255.33	
Testigo - $f_c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CCM	11/11/2023	25/11/2023	14	216.34	87	14.87277	0.000366	226849.60	219049.34
Testigo - $f_c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CCM	11/11/2023	25/11/2023	14	208.72	83	14.34575	0.000374	213204.89	
Testigo - $f_c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CCM	11/11/2023	25/11/2023	14	212.53	85	14.60718	0.000374	217093.52	
Testigo - $f_c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CCM	11/11/2023	09/12/2023	28	227.73	91	15.64256	0.000370	232465.73	228514.30
Testigo - $f_c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CCM	11/11/2023	09/12/2023	28	219.13	88	15.09101	0.000365	230476.34	
Testigo - $f_c$ = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 5%CCM	11/11/2023	09/12/2023	28	223.72	89	15.36880	0.000381	222600.84	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

Solicitud de Ensayo : **0910A-23/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto / Obra : Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento

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

Fecha de Apertura : Lunes, 09 de octubre del 2023

Inicio de Ensayo : Sábado, 11 de noviembre del 2023

Fin de Ensayo : Sábado, 09 de diciembre del 2023

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> + 10% de CCM

Material : Ceniza de coronta de maíz T= 700°C

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>	c unitaria $c_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CCM	11/11/2023	18/11/2023	7	190.20	76	13.20270	0.000356	205675.61	206433.78
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CCM	11/11/2023	18/11/2023	7	186.74	75	12.96274	0.000347	207584.33	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CCM	11/11/2023	18/11/2023	7	189.46	76	13.15362	0.000354	206041.39	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CCM	11/11/2023	25/11/2023	14	225.27	90	15.48279	0.000383	234279.88	224254.61
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CCM	11/11/2023	25/11/2023	14	221.75	89	15.24210	0.000376	225291.32	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CCM	11/11/2023	25/11/2023	14	223.51	89	13.65550	0.000389	223192.64	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CCM	11/11/2023	09/12/2023	28	237.12	95	14.47255	0.000400	229754.53	230695.00
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CCM	11/11/2023	09/12/2023	28	232.81	93	14.25468	0.000397	227538.71	
Testigo - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 10%CCM	11/11/2023	09/12/2023	28	235.27	94	14.36528	0.000390	234791.76	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

Solicitud de Ensayo : **0910A-25/ LEMS W&C**  
 Solicitante : **Damián Paico Juan Daniel**

Proyecto / Obra : **Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento**

Ubicación : **Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque**  
 Fecha de Apertura : **Lunes, 09 de octubre del 2023**  
 Inicio de Ensayo : **Sábado, 11 de noviembre del 2023**  
 Fin de Ensayo : **Sábado, 09 de diciembre del 2023**

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> + 15% de CCM**  
 Material : **Ceniza de coronta de maíz T= 700°C**

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 $\epsilon_1$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo - f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CCM	11/11/2023	18/11/2023	7	181.73	73	12.61442	0.000358	196522.14	209048.03
Testigo - f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CCM	11/11/2023	18/11/2023	7	185.23	74	12.85796	0.000362	196077.13	
Testigo - f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CCM	11/11/2023	18/11/2023	7	186.70	75	12.95957	0.000347	207544.83	
Testigo - f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CCM	11/11/2023	25/11/2023	14	215.24	86	13.15015	0.000389	214937.36	217989.71
Testigo - f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CCM	11/11/2023	25/11/2023	14	219.07	88	15.12176	0.000383	219002.32	
Testigo - f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CCM	11/11/2023	25/11/2023	14	220.26	88	13.45632		219939.44	
Testigo - f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CCM	11/11/2023	09/12/2023	28	226.57	91	15.56377	0.000383	225425.73	223484.65
Testigo - f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CCM	11/11/2023	09/12/2023	28	230.94	92	14.13673	0.000405	220366.50	
Testigo - f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 15%CCM	11/11/2023	09/12/2023	28	231.85	93	14.15516	0.000400	224661.71	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 IFC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

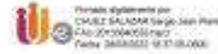
## ANEXO 13: CERTIFICADO DE REGISTRO DE LABORATORIO



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



# Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

### CERTIFICADO N° 00137704

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo
Distingue	:	Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfáltica, emulsiones asfálticas, suelos y materiales.
Clase	:	42 de la Clasificación Internacional.
Solicitud	:	0935718-2022
Titular	:	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
País	:	Perú
Vigencia	:	25 de marzo de 2032



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 005-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

<https://enlines.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: **wlanwa22bp**

Pág. 1 de 1

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL**  
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Tel: 224-7800, Web: [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)

## ANEXO 14: SOLICITUD DE PERMISO DEL LABORATORIO PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyc@eirl@gmail.com

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

Chiclayo, 15 de diciembre del 2023

Quien suscribe:

**Sr. Wilson Arturo Olaya Aguilar**

**Representante Legal – 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 "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento".

Por el presente, el que suscribe, Wilson Arturo Olaya Aguilar representante legal de la empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. **AUTORIZO** al estudiante Damián Paico Juan Daniel identificado con DNI N° 75711658 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN y autores del trabajo de investigación denominado "Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto reemplazando ceniza de coronta de maíz en relación al peso de cemento" 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 NTP 400.017:2011 (revisada el 2016).
- AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado - NTP 339.185:2013.
- AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad

1



- relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso - N.T.P. 400.021.
- AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino - N.T.P. 400.022.
  - Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento portland N.T.P. 334.005-2011.
  - Método de ensayo. Ensayos físicos de la cal viva, cal hidratada y piedra caliza. ASTM C 110-15
  - CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland. NTP 334.066: 2018
  - HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland - N.T.P. 339.035:2009.
  - HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón - N.T.P. 339.184.
  - 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).
  - HORMIGÓN (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas - NTP 339.080.
  - CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo - N.T.P. 339.034:2021.
  - Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión. ASTM C-469.
  - 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. N.T.P. 339.078:2022.
  - CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. N.T.P 339.084: 2022

Atentamente.


**LEMS W&C E.I.R.L.**  
  
**WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR**  
 GERENTE GENERAL



ANEXO 15: FICHAS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE LABORATORIO



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PT - LT - 037 - 2023

Página 1 de 5

---

<b>1. Expediente</b>	1912-2023	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.</b>	
<b>3. Dirección</b>	CALLE LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	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 aqui declarados.
<b>4. Equipo</b>	<b>HORNO</b>	
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H225	
Número de Serie	0120	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

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.

---

**5. Fecha de Calibración** 2023-03-01

Fecha de Emisión: 2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



---

📞 913 028 621 / 913 028 622

📞 913 028 623 / 913 028 624

🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)

🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 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

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3 °C	26.3 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
SAT	Termometro de indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C  
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
 El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	112.4	109.7	112.3	111.0	109.0	109.7	109.2	6.6
02	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	113.0	109.7	111.9	109.7	108.6	109.7	109.1	7.2
04	110.0	105.8	106.9	105.8	109.6	112.6	109.6	112.4	111.3	108.6	109.6	109.2	6.8
06	110.0	105.5	107.0	105.5	109.7	112.6	109.7	112.5	110.5	108.6	109.7	109.1	7.1
08	110.0	105.7	107.1	105.7	109.7	112.4	109.7	112.4	111.0	109.0	109.7	109.2	6.7
10	110.0	105.6	107.0	105.7	109.6	113.0	109.6	112.3	109.7	108.6	108.6	109.1	7.4
12	110.0	105.5	107.1	105.5	109.7	112.6	109.7	112.4	111.0	108.6	109.7	109.2	7.1
14	110.0	105.5	106.9	105.5	109.7	112.6	109.7	112.7	109.7	109.0	109.7	109.1	7.2
16	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.4	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.3	6.4
18	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.6	110.5	109.0	109.7	109.4	6.7
20	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
22	110.0	106.1	107.1	106.1	109.6	112.6	109.6	112.7	110.5	108.6	109.6	109.2	6.6
24	110.0	106.2	106.9	106.2	109.7	112.6	109.7	112.6	111.0	108.6	109.7	109.3	6.4
26	110.0	106.5	107.0	106.5	109.7	112.4	109.7	112.3	109.7	108.6	109.7	109.2	5.9
28	110.0	106.3	106.9	106.3	109.6	113.0	109.6	112.6	111.3	108.6	109.6	109.4	6.7
30	110.0	106.4	107.0	106.4	109.7	112.4	109.7	112.5	110.5	109.0	109.7	109.3	6.1
32	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.4	6.6
34	110.0	106.3	107.0	106.3	109.6	112.6	109.6	112.6	109.7	109.0	109.6	109.2	6.3
36	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	108.7	109.3	6.4
38	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.3	6.7
40	110.0	106.4	106.9	106.4	109.6	112.6	109.6	112.4	111.0	109.0	109.6	109.3	6.2
42	110.0	105.9	107.0	105.9	109.7	112.4	109.7	112.8	109.7	108.6	109.7	109.1	6.9
44	110.0	106.7	107.0	106.7	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.5	6.3
46	110.0	106.7	107.1	106.7	109.6	112.6	109.6	112.7	109.7	108.6	109.6	109.3	6.0
48	110.0	106.6	107.1	106.6	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	109.0	109.7	109.5	6.0
50	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	112.4	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.2	6.1
52	110.0	106.4	107.0	106.4	109.6	113.0	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.4	6.6
54	110.0	106.2	107.1	106.2	109.6	112.6	109.6	112.7	111.0	108.6	109.6	109.3	6.5
56	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	112.6	109.7	112.6	109.7	108.6	109.7	109.2	6.2
58	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	111.3	109.0	109.7	109.4	6.7
60	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.6	109.6	112.4	110.5	108.6	109.6	109.2	6.7
T.PROM	110.0	106.1	107.0	106.1	109.7	112.7	109.7	112.5	110.6	108.7	109.7	109.3	
T.MAX	110.0	106.7	107.1	106.7	109.7	113.0	109.7	112.8	111.3	109.0	109.7		
T.MIN	110.0	105.5	106.9	105.5	109.6	112.4	109.6	111.9	109.7	108.6	109.6		
DTT	0.0	1.2	0.2	1.2	0.1	0.6	0.1	0.9	1.6	0.4	0.1		



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624  
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
 ✉ ventas@perutest.com.pe  
 🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.0	22.0
Mínima Temperatura Medida	105.5	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.5	23.4
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	7.4	23.4

- 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.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : 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.

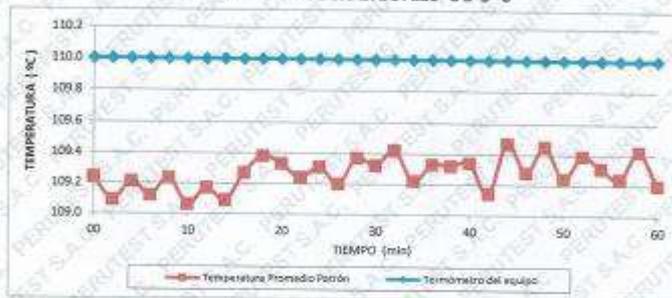
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



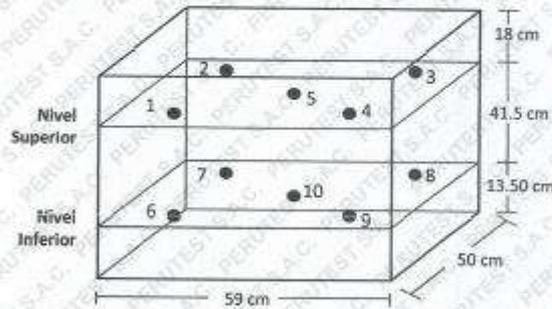
☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



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

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 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%.

Fin del documento



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0176
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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.

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.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión  
2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



JOSE ALLJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Página 7 de 5

### 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

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRD 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de indicación digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 508 - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C  
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
 El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo ( min )	Termómetro del equipo ( °C )	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom ( °C )	Tmax-Tmin ( °C )
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	108.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	108.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.3	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.8	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	108.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	108.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.2
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624  
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 508 - Comas - Lima - Lima  
 ✉ ventas@perutest.com.pe  
 🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	22.0
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	24.3
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	24.3

- 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.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : 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 **SÍ CUMPLE** con los límites especificados de temperatura.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

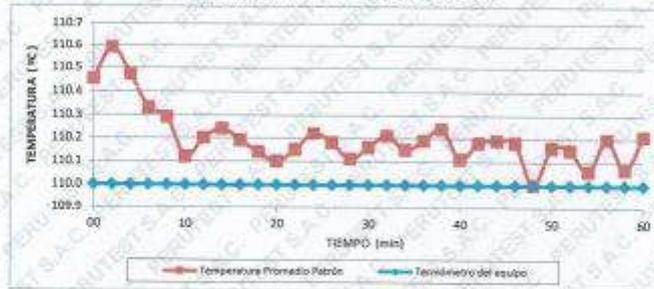
VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

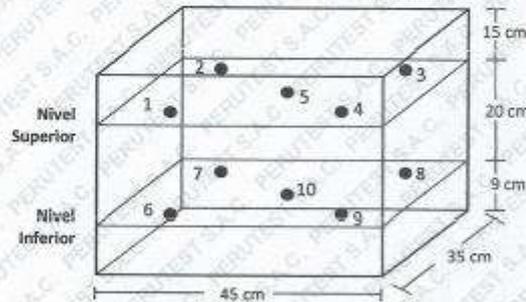
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



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

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

### 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%.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	<p>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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	200 kg	
División de escala (d)	0.05 kg	
Div. de verificación (e)	0.05 kg	
Clase de exactitud	III	
Marca	OPALUX	
Modelo	N.I	
Número de Serie	N.I	
Capacidad mínima	1.0 kg	
Procedencia	CHINA	
Identificación	LM-0112	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	



Fecha de Emisión  
2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS · MATERIALES · CONCRETOS · ASFALTOS · ROCAS · FÍSICA · QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO D167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4
Humedad Relativa	51%	51%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
TOTAL WEIGHT	JUEGO DE PESAS DE 20 KG (Clase de Exactitud: M2)	CM-4187-2022
PESATEC	PESA 10 KG (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.4	25.4

Medición N°	Carga L1 = 100.00 kg			Carga L2 = 200.00 kg		
	l (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)	l (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	100.00	20	5	200.05	30	45
2	100.05	10	65	200.05	35	40
3	100.05	10	65	200.05	30	45
4	100.00	20	5	200.05	20	55
5	100.00	25	0	200.00	15	10
6	100.05	15	60	200.00	20	5
7	100.05	20	55	200.05	30	45
8	100.00	15	10	200.05	35	40
9	100.00	30	-5	200.05	35	40
10	100.00	30	-5	200.05	35	40
	Diferencia Máxima		70	Diferencia Máxima		50
	Error Máximo Permisible		150.0	Error Máximo Permisible		150.0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.1	21.2

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (kg)	$\Delta L$ (g)	Eo (g)	Carga L (kg)	l (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.50	0.50	20	5	70.00	70.00	30	-6	-10
2		0.50	20	5		70.00	25	0	-5
3		0.50	25	0		70.00	30	-6	-5
4		0.50	20	5		70.00	30	-6	-10
5		0.50	25	0		70.00	25	0	0
		Error máximo permisible							100.0

\* Valor entre 0 y 10g

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624  
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
 ✉ ventas@perutest.com.pe  
 🏢 PERUTEST SAC





# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.7 °C	26.7 °C

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (±g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.50	0.50	20	5						
1.00	1.00	25	0	-5	1.00	20	5	0	50
5.00	5.00	20	5	0	5.00	25	0	-5	50
10.00	10.00	20	5	0	10.00	30	-5	-10	50
20.00	20.00	30	-5	-10	20.00	20	5	0	50
50.00	50.00	35	-10	-15	50.00	15	10	5	100
80.00	80.00	30	-5	-10	80.00	20	5	0	100
100.00	100.00	30	-5	-10	100.05	35	40	35	150
140.00	140.00	20	5	0	140.05	40	35	30	150
160.00	160.05	40	35	30	160.05	35	40	35	150
200.00	200.05	35	40	35	200.05	35	40	35	150

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza  
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional  
 E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero  
 E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.001560 \text{ kg}^2 + 0.00000000458 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 R$$

### 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



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624  
 🌐 www.perufest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima  
 ✉ ventas@perufest.com.pe  
 🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2000 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	AMPUT
Modelo	457
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA

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.

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.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3
6	1000.01	9	5	2000.00	5	0
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1
	Diferencia Máxima		8	Diferencia Máxima		8
	Error Máximo Permissible		200	Error Máximo Permissible		300

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0.10	0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6
3		0.10	6	-1		1000.00	6	-1	0
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8
		Error máximo permisible							200

\* Valor entre 0 y 10g

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	6	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	6	7	8	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional

E<sub>0</sub>: Error en cero

E: Error encontrado

E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000026 R$$

### 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



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 508 - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	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).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	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.
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460679	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO D187 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
EJICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
EJICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGRÓMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	15,000	600	-100	30,000	200	300
2	15,000	500	0	30,000	500	0
3	15,001	700	800	30,000	500	0
4	15,000	500	0	29,999	200	-700
5	15,000	600	-100	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,001	700	800
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,000	200	300	30,000	800	-300
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800
10	15,000	500	0	30,000	500	0
Diferencia Máxima	1,600			1,600		
Error Máximo Permisible	± 3,000			± 3,000		

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26,4 °C	26,4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	500	0		10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		10	400	100		9,999	200	-700	-800
5		10	500	0		10,000	500	0	0
Error máximo permisible								± 3,000	

\* Valor entre 0 y 10g



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Carga L ( g )	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± mg )
	l ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	l ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	
10	10	500	0	0	10	500	0	0	1,000
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	2,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	3,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza  
l: Indicación de la balanza

ΔL: Carga adicional  
E: Error encontrado

E<sub>p</sub>: Error en cero  
E<sub>c</sub>: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3787222 \text{ g}^2 + 0.00000000237 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 \text{ R}$$

### 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



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

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

Página 1 de 3

1. Expediente	2605-2023	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).
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	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.
4. Instrumento de Medición	OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)	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.
Volumen	7.1 l	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	34-3265	
Número de Serie	H190611	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de Indicación	Analógico	
Alcance de indicación	100% a 0% (Contenido de aire) 0 a 15 psi	
5. Fecha de Calibración	2023-05-16	

Fecha de Emisión

2023-05-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## 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 Presión 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 BOÉCO	1AT-1704-2022



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Prestión

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	
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.

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perufest.com.pe](http://www.perufest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 1 de 1

1. Expediente	2605-2023	<p>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).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
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. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE ( DIAL )	
Alcance de indicación	0 mm a 12.70 mm	
División de Escala / Resolución	0.001 mm	
Marca	SHAHE	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2023-05-16	

Fecha de Emisión

2023-05-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 508 - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI, Segunda Edición.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones de laboratorio de longitud de PERUTEST S.A.C.

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.8 °C	21.8 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %

### 9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/Informe de calibración
INACAL	RETICULA DE MEDICION	LLA-029-2023
ELICROM	TERMOMIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	CCP-0102-001-23

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- (\*) Serie grabado en el instrumento.
- El instrumento presenta errores menores a los errores máximos permisibles.
- El instrumento se utiliza en el equipo COMPRESOMETRO-EXTENSOMETRO



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LL - 015 - 2023

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

#### ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN ( $f_e$ )

VALOR PATRÓN ( mm )	INDICACIÓN DEL COMPARADOR ( mm )	ERROR DE INDICACIÓN ( $\mu$ m )
1.00	1.001	-0.001
2.00	2.009	-0.009
3.00	3.001	-0.001
4.00	4.008	-0.008
5.00	5.008	-0.008
6.00	6.007	-0.007
7.00	7.004	-0.004
8.00	8.003	-0.003
9.00	9.005	-0.005
10.00	10.010	-0.010

Alcance del error de indicación ( $f_e$ ): 0 mm

Incertidumbre del error de indicación:  $\pm 2 \mu$ m para (k=2)

#### ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD ( $f_w$ )

VALOR PATRÓN ( mm )	INDICACIÓN DEL COMPARADOR ( mm )	ERROR DE INDICACIÓN ( $\mu$ m )
10.00	10.005	-0.005
	10.004	-0.004
	10.004	-0.004
	10.006	-0.006
	10.005	-0.005

Error de Repetibilidad ( $f_w$ ): 0 mm

Incertidumbre del error de indicación:  $\pm 2 \mu$ m para (k=2)

Nota 1.- 1 milés es equivalente a 25,4  $\mu$ m.



### 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.

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	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).
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. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	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.
Capacidad	2000 kN	
Marca	A YA INSTRUMENT	
Modelo	STYE-2000B	
Número de Serie	131214	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.
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Modelo	STYLE-2000B	
Número de Serie	131214	
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)	
Ubicación	NO INDICA	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2023-09-02	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-09-02

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

## 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.





# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## 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	799.9	799.3	799.2
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 $r$ (%)	
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.

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



**INFORME DE ENSAYO**  
**IE-2024-136200**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : DAMIÁN PAICO JUAN DANIEL  
1.2 RUC o DNI : 75711658  
1.3 Dirección : Chiclayo

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ  
2.2 Muestreado por : CLIENTE <sup>(c)</sup>  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2024-09-17  
2.5 Período de Ensayo : 2024-09-17 al 2024-09-25  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-07-24  
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa  
2.8 N° de cotización : COT-136200-SL24

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Caracterización de materiales por Espectrometría de fluorescencia de rayos x	Espectrometría de fluorescencia de rayos x

**4. RESULTADOS**

**4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ -250GRAMOS

\* EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO \* <sup>(c)</sup>

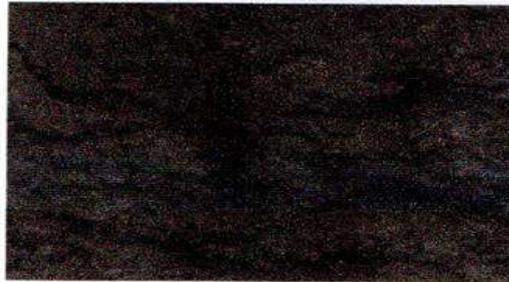
KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

**Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS**

Código de Laboratorio	Composición Química (Elementos)	Unidad	Resultados
S-136200	Calcio, Ca	%	6.72
	Silicio, Si	%	71.59
	Aluminio, Al	%	6.23
	Hierro, Fe	%	4.72
	Potasio, Ke	%	4.02
	Magnesio, Mg	%	2.89
	Fosforo, P	%	1.19
	Cobre, Cu	%	0.06
	Azufre, So	%	0.58
	Zinc, Zn	%	0.09
	Manganeso, Mn	%	0.7
	Perdida de Quemado	%	14.54



**Imagen N°1: MICROGRAFÍAS DE LA MUESTRA**

(c) Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

ANEXO 17: INFORME DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y VALIDACIÓN POR PROFESIONALES

INSTRUMENTOS DE VALIDACIÓN ESTADÍSTICA CON  
CRITERIO JUECES EXPERTOS Y CRITERIO  
MUESTRA PILOTO

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS**

**INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA  
"EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS- MECÁNICAS DEL  
CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN  
AL PESO DE CEMENTO"**

CLARIDAD				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS- MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto Fc 210 + 10% C.C.M			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	0	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	0	1	1	1
s	4	5	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Aiken por preg*	0.80	1.00	1.00	0.80
V de Aiken por preg*	0.90			

CONTEXTO				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS- MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto Fc 210 + 10% C.C.M			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	0	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	0	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	4	5	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Aiken por preg*	0.80	1.00	0.80	1.00
V de Aiken por preg*	0.90			

*Eduin*  
**Mag. Eduin F. Querecubi Pazos**  
 MAGISTRO EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COEBAPE N° 1111

CONGRUENCIA				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS- MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto Fc 210 + 10% C.C.M			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	0	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	0
JUEZ 5	1	1	1	1
s	4	5	5	4
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Aiken por pregunta	0.80	1.00	1.00	0.60
V de Aiken por pregunta	0.90			

DOMINIO DEL CONSTRUCTO				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS- MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto Fc 210 + 10% C.C.M			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	0	1
JUEZ 3	1	0	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	0	1	1	1
s	4	4	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Aiken por pregunta	0.80	0.80	0.80	1
V de Aiken por pregunta	0.85			

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

0.88

*Edwin*  
**Mag. Edwin F. Querevalli Pizaro**  
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COCESPE N° 1111

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS- MECÁNICAS DEL  
 CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN  
 AL PESO DE CEMENTO

Ensayo a la Compresión Fc 210 + % C.C.M

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
.989	4

Estadísticos total-elemento					
		Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento- total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
CONCRETO					
PATRÓN Fc 210	RESISTENCIA A	4093,365	.937	.872	.994
CP + 5% C.C.M	LA COMPRESIÓN	4090,309	.966	.958	.987
CP + 10% C.C.M	Fc 210 + %CCM	3878,579	.994	.999	.979
CP + 15% C.C.M		3947,646	.988	.993	.981

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		14175,727	8	1772,091		
Inter-elementos		2127,267	3	709,089	36,006	.000
Intra-personas	Residual	472,845	24	19,694		
Total		2596,912	27	96,293		
Total		16776,639	35	479,333		

Media global = 208,5803

### Ensayo a la Flexión Fc 210 + % C.C.M.

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,987	4

		Estadísticos total-elemento			
		Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
CONCRETO					
PATRÓN FC 210	ENSAYO A LA FLEXIÓN	128,862	,921	,928	,954
CP + 5% C.C.M.	FC 210 +	125,770	,866	,909	,982
CP + 10% C.C.M.	SCCM	121,041	,582	1,000	,977
CP + 15% C.C.M.		122,390	,990	,996	,976

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		440,770	8	55,096		
Inter-elementos		62,933	3	20,978	28,647	,000
Intra-personas	Residual	17,575	24	,732		
	Total	80,508	27	2,982		
	Total	521,278	35	14,894		

Media global = 37,7892

  
**Mag. Edwin F. Querevalli Pizarra**  
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COCESPE N° 1111

### Ensayo a la Tracción Fc 210 + % C.C.M

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,988	4

		Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
CONCRETO					
PATRÓN F/C 210	ENSAYO A LA TRACCIÓN F/C 210	40,145	,970	,959	,985
CP + 5% C.C.M	+ %CCM	39,413	,939	,912	,982
CP + 10% C.C.M		38,489	,957	,988	,980
CP + 15% C.C.M		37,145	,950	,985	,979

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		135,643	8	16,955		
Inter-elementos		65,120	3	21,709	109,545	,000
Intra-personas	Residual	4,755	24	,198		
Total		69,894	27	2,588		
Total		205,627	35	5,872		

Media global = 20,4292

### Ensayo de Módulo Elástico Fc 210 + % C.C.M

Estadísticos de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,966	4

Estadísticos total-elemento					
		Varianza de la escala si se elimina el elemento	Correlación elemento-total corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
CONCRETO	ENSAYO DE	1201547304,240	,923	,872	,956
PATRÓN Fc 210	MÓDULO	1048929046,793	,905	,825	,965
CP + 5% C.C.M	ELÁSTICO Fc	1190097983,643	,903	,825	,947
CP + 10% C.C.M	210 + %CCM	1200753068,431	,913	,877	,957

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-personas		4079903359,22	8	509987924,910		
	Inter-elementos	657051693,82	3	219017231,274	12,774	,000
Intra-personas	Residual	411489632,51	24	17145399,688		
	Total	1068540326,33	27	39575567,642		
Total		5148443725,68	35	147098392,162		

Media global = 214619,6414

En las tablas se observa que, el instrumento sobre la tesis titulada "Evaluación de las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maíz en Relación al Peso de Cemento" es válido y confiable (el valor de consistencia alfa de Cronbach es mayor a 0,80).

*Eduard*  
**Mig. Eduard F. Querecals Ponsa**  
 VICARIA DE GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 C/GRUPPE Nº 1111

### VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA  
 “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO  
 REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO  
 DE CEMENTO”

CLARIDAD				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto f'c 210 + 10% C.C.M			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	0	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	0	1	1	1
s	4	5	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	1.00	1.00	0.80
V de Alken por preg=	0.90			

CONTEXTO				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto f'c 210 + 10% C.C.M			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	0	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	0	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	4	5	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	0.80	1.00	0.80	1.00
V de Alken por preg=	0.90			

CONGRUENCIA				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto f'c 210 + 10% C.C.M			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	0	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	0
JUEZ 5	1	1	1	1
s	4	5	5	4
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Aiken por preg=	0.80	1.00	1.00	0.80
V de Aiken por preg=	0.90			

DOMINIO DEL CONSTRUCTO				
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO				
JUEZ / ESTACIÓN	Concreto f'c 210 + 10% C.C.M			
	Resistencia a la compresión	Resistencia la flexión	Resistencia a la Tracción	Módulo Elástico
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	0	1
JUEZ 3	1	0	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	0	1	1	1
s	4	4	4	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Aiken por preg=	0.80	0.80	0.80	1
V de Aiken por preg=	0.85			

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

0.88

*Eduin*  
Mag. Edwin F. Querevalú Paiva  
MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
COESPE N° 1111

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO REEMPLAZANDO CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ EN RELACIÓN AL PESO DE CEMENTO

HIPOTESIS

Prueba de hipótesis para la resistencia a la compresión reemplazando ceniza de coronta de maíz al 5%, 10% y 15% en la mezcla del concreto

**Ensayo a la Compresión f'c 210 + % C.C.M**

Estadísticos de fiabilidad	
T de Student	N de elementos
95%	4

**Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CONCRETO PATRÓN F'c 210	9	197,3544	21,21809	7,07270
CP + 5% C.C.M	9	206,4856	20,77363	6,92454
CP + 10% C.C.M	9	218,2256	22,02015	7,34005
CP + 15% C.C.M	9	212,1756	21,55303	7,18434

**Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 50

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
CONCRETO PATRÓN F'c 210	20,834	8	,000	147,35444	131,0448	163,6641
CP + 5% C.C.M	22,599	8	,000	156,48556	140,5175	172,4536
CP + 10% C.C.M	22,919	8	,000	168,22556	151,2994	185,1517
CP + 15% C.C.M	22,573	8	,000	162,17556	145,6084	178,7427

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con ceniza de coronta de maíz al 5%, 10% y 15%, para la resistencia a la compresión significativa ( $p < 0.05$ ) y con un óptimo al 10% y con tu ( $t=22.919$ ) y teniendo una confiabilidad del 95%.

## Ensayo a la Flexión f'c 210 + % C.C.M

Estadísticos de fiabilidad	
T de Student	N de elementos
95%	4

### Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CONCRETO PATRÓN F'c 210	9	35,8289	3,71726	1,23909
CP + 5% C.C.M	9	37,4500	3,72745	1,24248
CP + 10% C.C.M	9	39,3811	3,88096	1,29365
CP + 15% C.C.M	9	38,4967	3,81043	1,27014

### Prueba para una muestra

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
					Valor de prueba = 50	
CONCRETO PATRÓN F'c 210	9,437	8	,000	-14,17111	-17,0285	-11,3138
CP + 5% C.C.M	10,101	- 8	,000	-12,55000	-15,4152	-9,6848
CP + 10% C.C.M	12,208	8	,000	-10,61889	-13,6021	-7,6357
CP + 15% C.C.M	11,057	8	,000	-11,50333	-14,4323	-8,5744

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con ceniza de coronta de maíz al **5%, 10% y 15%**, para la resistencia a la flexión significativa ( $p < 0.05$ ) y con un óptimo al 10% y con tu ( $t = 12.209$ ) y teniendo una confiabilidad del 95%.

  
 Mag. Edwin F. Querevatú Paiva  
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COESPEN N° 1111

## Ensayo a la Tracción f'c 210 + % C.C.M

Estadísticos de fiabilidad	
T de Student	N de elementos
95%	4

### Estadísticas para una muestra

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CONCRETO PATRÓN F'c 210	9	18,4878	1,94382	,64794
CP + 5% C.C.M	9	19,9022	2,05252	,68417
CP + 10% C.C.M	9	21,9311	2,21601	,73867
CP + 15% C.C.M	9	21,3956	2,15592	,71864

### Prueba para una muestra

Valor de prueba = 50

95% de intervalo de confianza de la

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
CONCRETO PATRÓN F'c 210	37,999	8	,000	-31,51222	-33,0064	-30,0181
CP + 5% C.C.M	43,634	8	,000	-30,09778	-31,6755	-28,5201
CP + 10% C.C.M	48,992	8	,000	-28,06889	-29,7723	-26,3655
CP + 15% C.C.M	-	8	,000	-28,60444	-30,2616	-26,9473
	39,804					

En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con ceniza de coronta de maíz al 5%, 10% y 15%, para la resistencia a la flexión significativa ( $p < 0.05$ ) y con un óptimo al 10% y con tu ( $t=48.992$ ) y teniendo una confiabilidad del 95%.

**Ensayo de Módulo Elástico Fc 210 + % C.C.M**

Estadísticos de fiabilidad	
T de Student	N de elementos
95%	4

**Estadísticas para una muestra**

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
CONCRETO PATRÓN F'C 210	9	208522,8944	11161,45047	3720,48349
CP + 5% C.C.M	9	215663,7456	13698,39285	4566,13095
CP + 10% C.C.M	9	220461,1300	11065,45070	3688,48357
CP + 15% C.C.M	9	213830,7956	11258,59057	3752,86352

**Prueba para una muestra**

Valor de prueba = 50

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
CONCRETO PATRÓN F'C 210	56,034	8	,000	208472,89444	199893,4441	217052,3448
CP + 5% C.C.M	47,220	8	,000	215613,74556	205084,2287	226143,2624
CP + 10% C.C.M	59,757	8	,000	220411,13000	211905,4716	228916,7884
CP + 15% C.C.M	56,965	8	,000	213780,79556	205126,6768	222434,9144

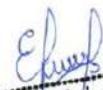
En la tabla se observa que en la prueba de hipótesis comparativa para diferencias de medias del patrón con ceniza de coronta de maíz al **5%, 10% y 15%**, para la resistencia a la flexión significativa ( $p < 0.05$ ) y con un óptimo al 10% y con tu ( $t=59.757$ ) y teniendo una confiabilidad del 95%.

*Edwin*  
 Mag. Edwin F. Querevalú Paiva  
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COESP/E N° 1111

**Aplicación de la prueba paramétrica T de Student para propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido**  
 $f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$

Propiedades	Indicadores	T de Student		
		Sig. (bilateral)		
		7 días	14 días	28 días
Ensayo a la Compresión	PATRON F'C 210	,003	,004	,001
	CP + 5% C.C.M	,001	,002	,002
	CP + 10% C.C.M	,000	,001	,000
	CP + 15% C.C.M	,002	,003	,002
Ensayo a la Flexión	PATRON F'C 211	,001	,002	,000
	CP + 5% C.C.M	,000	,001	,001
	CP + 10% C.C.M	,000	,000	,001
	CP + 15% C.C.M	,004	,002	,003
Ensayo a la Tracción	PATRON F'C 211	,002	,002	,003
	CP + 5% C.C.M	,001	,001	,000
	CP + 10% C.C.M	,005	,003	,003
	CP + 15% C.C.M	,001	,002	,001
Módulo de Elasticidad	PATRON F'C 212	,001	,002	,000
	CP + 5% C.C.M	,002	,001	,003
	CP + 10% C.C.M	,000	,002	,003
	CP + 15% C.C.M	,000	,001	,001

En la tabla se observa la aplicación de la prueba paramétrica **T de Student** de los datos obtenidos en relación con las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido  $f'c: 210 \text{ kg/cm}^2$ . Según los resultados, el P-Valor (Sig.) no excede el valor de 0.05, por ende, se rechaza el  $H_0$  y la diferencia entre las muestras evaluadas es significativa.

  
**Mag. Edwin F. Querevati Paiva**  
 MAGISTER EN GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO  
 COESPE N° 1111

**JUEZ 01**  
**Colegiatura N° 324421**

**Ficha de validación según AIKEN**

**i. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Coito Delgado Cristhian Aimar	Ingeniero Supervisor de Calidad	Ensayos de Compresión, Flexión, Tracción y Módulo Elástico	Damián Paico Juan Daniel
<b>Título de la Investigación:</b> Evaluación de las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maiz en Relación al Peso de Cemento			

**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
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

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

	Dimensiones/ítema	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	$F'c=210\text{kg/cm}^2$								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción		X	X		X		X	
4	Módulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Evaluación de las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maíz en Relación al Peso de Cemento"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir ( )
- No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ingeniero Civil

  
 Cristóbal Aníbal Cocco Delgado  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 324421

Juez Experto

**JUEZ 02**  
**Colegiatura N° 324531**

**Ficha de validación según AIKEN**

**IV. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Mendoza Medina Eñerez	Ingeniero Supervisor	Ensayos de: Compresión, Flexión, Tracción y Módulo Elástico	Damián Paico Juan Daniel
<b>Título de la investigación:</b> Evaluación de las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maíz en Relación al Peso de Cemento			

**v. 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
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

**VI. 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
	$F'c=210\text{kg/cm}^2$								
1	Compresión	X			X	X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X			X
4	Módulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Evaluación de las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maiz en Relación al Peso de Cemento"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir ( )
- No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ingeniero Civil

ELFERRER BENGOZA MEDINA  
INGENIERO CIVIL  
RES. CP 324831



---

Juez Experto

**JUEZ 03**  
**Colegiatura N° 225358**

**Ficha de validación según AIKEN**

**vii. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Ticona Juárez Jorge	Logística	Ensayos de: Compresión, Flexión, Tracción y Módulo Elástico	Damián Paico Juan Daniel
<b>Título de la Investigación:</b> Evaluación de las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maíz en Relación al Peso de Cemento			

**viii. 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
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

**ix. 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
	$F'_{ck}=210\text{kg/cm}^2$								
1	Compresión	X		X			X	X	
2	Flexión	X		X		X			X
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Evaluación de las Propiedades Físicas-Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maíz en Relación al Peso de Cemento"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir (    )
- No aplicable (    )

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ingeniero Civil



INGENIERO CIVIL  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 325583

---

Juez Experto

**JUEZ 04**  
**Colegiatura N° 69963**

**Ficha de validación según AIKEN**

**X. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Berú Camino José Miguel	Ingeniero Residente de Obras	Ensayos de: Compresión, Flexión, Tracción y Módulo Elástico	Damián Paico Juan Daniel
<b>Título de la Investigación:</b> Evaluación de las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maíz en Relación al Peso de Cemento			

**XI. 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
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

**XII. 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
	$F'c=210\text{kg/cm}^2$								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X			X	X		X	
4	Módulo Elástico	X		X			X	X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Evaluación de las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maiz en Relación al Peso de Cemento"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir (   )
- No aplicable (   )

Apellidos y nombres del juez validador:

Especialidad: Ingeniero Civil



---

Juez Experto

**JUEZ 05**  
**Colegiatura N° 302515**

**Ficha de validación según AIKEN**

**xiii. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Ruiz Perales Miguel Angel	Ingeniero Residente	Ensayos de: Compresión, Flexión, Tracción y Módulo Elástico	Damián Palco Juan Daniel
<b>Título de la Investigación:</b> Evaluación de las Propiedades Físicas-Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maíz en Relación al Peso de Cemento			

**xiv. 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
Flexión	A	CONFORME
Tracción	A	CONFORME
Módulo Elástico	A	CONFORME

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

	Dimensiones/ítem	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	$F'c=210\text{kg/cm}^2$								
1	Compresión		X	X		X			X
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X		X		X	
4	Módulo Elástico	X		X		X		X	

Observaciones:

Presenta Suficiencia el presente instrumento para ejecutar la investigación sobre la "Evaluación de las Propiedades Físicas- Mecánicas del Concreto Reemplazando Ceniza de Coronta de Maíz en Relación al Peso de Cemento"

Opinión de aplicabilidad:

- Aplicable ( X )
- Aplicable después de corregir (    )
- No aplicable (    )

Apellidos y nombres del juez validador:

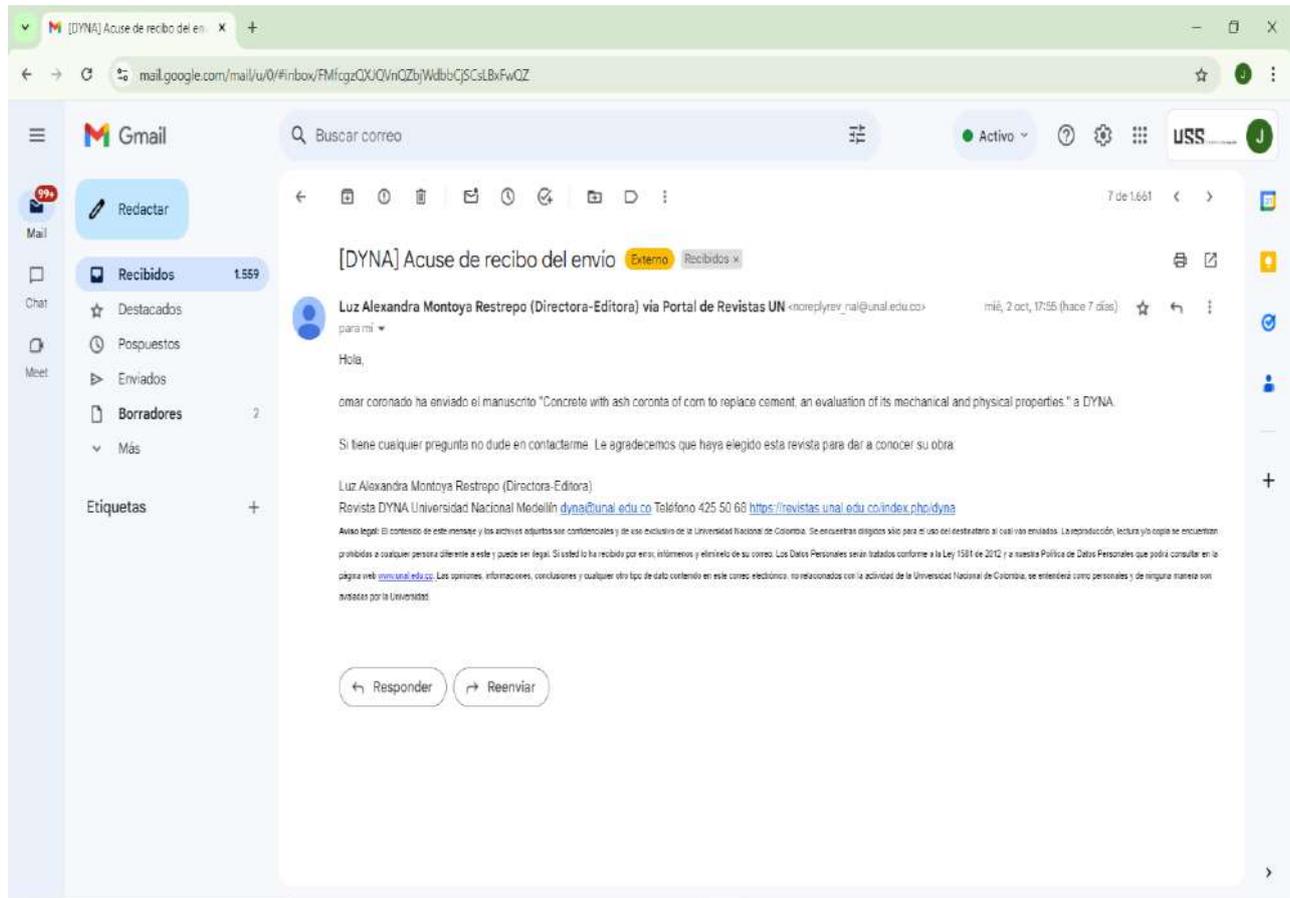
Especialidad: Ingeniero Civil

 **LEMB W&G SRL**  
*Miguel Ángel Ruiz Perales*  
**MIGUEL ANGEL RUIZ PERALES**  
Ingeniero Civil  
C.P. 24224

---

Juez Experto

## ANEXO 18: ACEPTACIÓN DE ARTÍCULO DE REVISTA



## ANEXO 19: FOTO- Ensayos del agregado fino



Imagen 1 - Granulometría



Imagen 2 - Humedad



Imagen 3 - Peso específico y absorción



Imagen 4 - Secado



Imagen 5 - Peso unitario suelto



Imagen 6 - Peso unitario compactado

ANEXO 20: FOTO- Ensayos del agregado grueso



Imagen 7 - Granulometría



Imagen 8 - Tamizado



Imagen 9 - Peso específico y absorción



Imagen 10 - Peso específico y absorción



Imagen 11 - Peso unitario suelto



Imagen 12 - Peso unitario compactado

ANEXO 21: FOTO- Procesos de calcinación y molienda de la coronta de maíz



Imagen 13 - C.C.M.



Imagen 14 - C.C.M.



Imagen 15 - Proceso de calcinación



Imagen 16 - Molienda

**ANEXO 22: FOTO- Ensayos de la ceniza de coronta de maíz**



Imagen 17 - Absorción – Saturación de muestra



Imagen 18 - Densidad de consolidación aparente



Imagen 19 - Peso específico de masa



Imagen 20 - Densidad suelta aparente

**ANEXO 23: FOTO- Elaboración de probetas y vigas**



Imagen 21 - Elaboración de probetas



Imagen 22 - Elaboración de vigas

ANEXO 24: FOTO- Ensayos físicos del concreto-Asentamiento



Imagen 23 - Asentamiento



Imagen 24 - Asentamiento



Imagen 25 - Asentamiento



Imagen 26 - Asentamiento

ANEXO 25: FOTO- Ensayos físicos del concreto-Contenido de aire



Imagen 27



Imagen 28



Imagen 29



Imagen 30



Imagen 31



Imagen 32

ANEXO 26: FOTO- Ensayos físicos del concreto-Peso Unitario



Imagen 33



Imagen 34



Imagen 35



Imagen 36

ANEXO 27: FOTO- Ensayos físicos del concreto-Temperatura



Imagen 37



Imagen 38



Imagen 39



Imagen 40



Imagen 41



Imagen 42

ANEXO 28: FOTO- Ensayos mecánicos del concreto-resistencia a la compresión a los

7, 14 y 28 días.



Imagen 43



Imagen 44



Imagen 45



Imagen 46



Imagen 47



Imagen 48



Imagen 49



Imagen 50

ANEXO 29: FOTO- Ensayos mecánicos del concreto- módulo de elasticidad a los 7,

14 y 28 días.



Imagen 51



Imagen 52



Imagen 53



Imagen 54



Imagen 55



Imagen 56



Imagen 57



Imagen 58

ANEXO 30: FOTO- Ensayos mecánicos del concreto- resistencia a la tracción a los 7, 14 y 28 días.



Imagen 59

Imagen 60

Imagen 61

Imagen 62



Imagen 63

Imagen 64

Imagen 65

Imagen 66

ANEXO 31: FOTO- Ensayos mecánicos del concreto- resistencia a la flexión a los 7,

14 y 28 días.



Imagen 67



Imagen 68



Imagen 69



Imagen 70



Imagen 71



Imagen 72



Imagen 73



Imagen 74

## ANEXO 32: FICHA TÉCNICA – Cemento Tipo I



### 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>3</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	0.020	%	NTP 334.093	0.008

\*Valores promedios 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 33: VIABILIDAD DEL PROYECTO

### a) Costo unitario del concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado							
Presupuesto	1101004 Escritorio					Fecha presupuesto	16/10/2024
Subpresupuesto	001 TESIS DAMIAN PAICO JUAN DANIEL						
Partida	01.01 CONCRETO PATRÓN F'C=210 kg/cm <sup>2</sup>						
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo afectado por el metrado (1.00)			536.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	31.79	1.41	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	27.71	12.31	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	21.79	9.68	
0101010005	PEON	hh	8.0000	3.5556	19.71	70.08	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	1.3333	29.73	39.64	
							<b>133.12</b>
<b>Materiales</b>							
02070100010005	AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>		0.8620	55.00	47.41	
02070200010003	AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>		0.7490	50.00	37.45	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m <sup>3</sup>		0.2700	6.00	1.62	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.0700	30.00	302.10	
							<b>388.58</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	133.12	3.99	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25'	hm	1.0000	0.4444	5.75	2.56	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4444	18.14	8.06	
							<b>14.61</b>

### b) Costo unitario del concreto experimental

Análisis de Precios Unitarios Afectado por el Metrado							
Partida	01.02 CONCRETO EXPERIMENTAL						
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo afectado por el metrado (1.00)			523.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0444	31.79	1.41	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4444	27.71	12.31	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	21.79	9.68	
0101010005	PEON	hh	8.0000	3.5556	19.71	70.08	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	1.3333	29.73	39.64	
							<b>133.12</b>
<b>Materiales</b>							
02070100010005	AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>		0.8620	55.00	47.41	
02070200010003	AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>		0.7490	50.00	37.45	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m <sup>3</sup>		0.2700	6.00	1.62	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0700	30.00	272.10	
0293010004	CENIZA DE CORONTA DE MAÍZ	kg		42.8200	0.40	17.13	
							<b>375.71</b>
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	133.12	3.99	
03012900010002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.25'	hm	1.0000	0.4444	5.75	2.56	
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)	hm	1.0000	0.4444	18.14	8.06	
							<b>14.61</b>