



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA  
Y URBANISMO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO  
DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE  
PALMA**

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

**Autor**

Bach. Reque Llontop Raul Eliezer

<https://orcid.org/0000-0003-1406-0189>

**Asesor**

Mag. Villegas Granados Luis Mariano

<https://orcid.org/0000-0001-5401-2566>

**Línea de Investigación**

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

**Sublíneas de Investigación**

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

**Pimentel – Perú**

**2024**



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 DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON  
GENIZAS DE CASCARA DE PALMA**

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 (CIEI USS) 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, firma:

Raul Eliezer Reque Llontop	DNI: 71485811	
----------------------------	---------------	---

Pimentel 26 de abril del 2024

# REPORTE DE SIMILITUD TURINITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Reque Raul\_Tesis corta\_ Evaluación del Comportamiento Mecánico del Concreto con Cenizas de Cascara d**

RECuento DE PALABRAS

**7913 Words**

RECuento DE CARACTERES

**39499 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**38 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.6MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 13, 2024 12:26 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 13, 2024 12:27 PM GMT-5**

## ● 17% 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
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

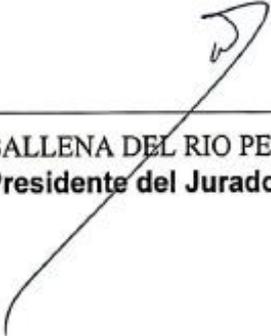
## ● Excluir del Reporte de Similitud

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

Resumen

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON  
CENIZAS DE CASCARA DE PALMA**

**Aprobación del jurado**



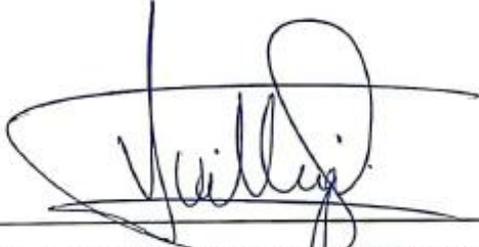
---

**MG. BALLENA DEL RIO PEDRO MANUEL**  
**Presidente del Jurado de Tesis**



---

**MG. DELGADO PEREZ MILTHON JEINER**  
**Secretario del Jurado de Tesis**



---

**MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO**  
**Vocal del Jurado de Tesis**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi madre Luz Llontop Cumpa por ser ejemplo de inspiración, perseverancia y valentía, quien con sus oraciones me acompañó en todo este proceso educativo, a mi padre Raúl Reque Neciosup por ser el impulso durante mi vida, quien estuvo dispuesto siempre a apoyarme aun en mis sueños más locos, a mis hermanas Devora y Lesmi por ser la alegría de mis días y principales motivaciones quienes me acompañaron y creyeron en mi en todo momento y motivaron a soñar en grande, a quien en vida fue Keyly Guevara que aunque partió a mejor vida, fue de motivación y enseñó con su ejemplo a mantener siempre la fe, también a Fanny Crisanto, por ser soporte y ayuda en los momentos difíciles durante este proceso y me ayudó a creer en mi, también a todas las personas cercanas que se han cruzado en mi camino y que me han inspirado, conmovido e iluminado con su presencia para continuar siempre adelante.

**Raúl Eliezer Reque Llontop**

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por su infinito gracia y amor, gracias a mi familia por apoyarme en cada proyecto de mi vida y apoyarme a pesar de las diferentes dificultades que se presentaron en el camino, por creer en mí día a día, gracias a la vida que me enseñó su significado de vivir y a la vez aprendí a valorar los momentos y a las personas que amo. A los miembros del Jurado por sus Sugerencias constantes, consejos, tiempo y apoyo durante el trayecto de esta investigación, quienes fueron motor de impulso de mejora.

**Raúl Eliezer Reque Llontop**

## Índice

Dedicatoria.....	5
Agradecimientos .....	6
Índice de tablas.....	8
Índice de figuras.....	9
Resumen .....	10
Abstract.....	11
I. INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Realidad problemática .....	12
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Hipótesis.....	18
1.4. Objetivos.....	18
1.5. Teoría relacionada al tema .....	19
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	26
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	26
2.2. Variables, Operacionalización.....	27
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	30
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	31
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	31
2.6. Criterios éticos .....	37
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
3.1. Resultados.....	38
3.2. Discusiones .....	45
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
4.1. Conclusiones .....	48
4.2. Recomendaciones .....	49
REFERENCIAS .....	50
ANEXOS.....	56

## Índice de tablas

Tabla I . Límite en granulometría.....	23
Tabla II . Límite de granulometría.....	24
Tabla III . Operacionalización de variable Dependiente.....	28
Tabla IV . Operacionalización de variable Independiente .....	29
Tabla V . Diseño muestra patrón.....	30
Tabla VI . Diseño de muestra patrón con adiciones .....	30

## Índice de figuras

Fig. 1.	Planta palma. [24].....	19
Fig. 2.	Ceniza cáscara de palma. [26].....	20
Fig. 3.	Procedimiento del Material puzolánico. [29].....	20
Fig. 4.	Características del cemento.....	22
Fig. 5.	Diseño de investigación .....	26
Fig. 6.	Procedimiento de las variables de estudio .....	32
Fig. 7.	Tronco de palma.....	33
Fig. 8.	Esquema de ceniza cáscara de palma a diferentes temperaturas .....	33
Fig. 9.	Análisis granulométrico.....	34
Fig. 10.	Cuarteo de agregado fino y grueso.....	34
Fig. 11.	Peso Unitario .....	35
Fig. 12.	Saturación del agregado fino .....	35
Fig. 13.	Ensayo a resistencia probetas y vigas .....	36
Fig. 14.	Resultados generales de CCP .....	38
Fig. 15.	Concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	39
Fig. 16.	Concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en módulo de elasticidad .....	39
Fig. 17.	Diseño de concreto incorporando CCP al 2% .....	40
Fig. 18.	Módulo de elasticidad al 2% de CCP .....	40
Fig. 19.	Diseño de concreto incorporando CCP al 4% .....	41
Fig. 20.	Módulo de elasticidad al 4% de CCP .....	41
Fig. 21.	Diseño de concreto incorporando CCP al 6% .....	42
Fig. 22.	Módulo de elasticidad al 6% de CCP .....	42
Fig. 23.	Diseño de concreto incorporando CCP al 8% .....	43
Fig. 24.	Módulo de elasticidad al 8% de CCP .....	43
Fig. 25.	Comparación de resultados óptimos a los 28 días.....	44
Fig. 26.	Comparación de resultados en módulo de elasticidad a los 28 días .....	44

# EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CÁSCARA DE PALMA

## Resumen

En la actualidad se viene realizando procesos constructivos en el aprovechamiento de ceniza de cáscara de palma para el reforzamiento del diseño de mezcla del concreto, tuvo como objetivo determinar el grado de aumento a la resistencia incorporando ceniza de cáscara de palma en el concreto, mostró una metodología de enfoque experimental, ya que busca interpretar a través de ensayos químicos el grado de puzolánica que tiene la ceniza de cáscara de palma, para luego interactuar en porcentajes del 2%, 4%, 6%, 8% en sustitución del peso del cemento, se realizó 200 probetas cilíndricas ensayadas a 7, 14 y 28 días de curado, mostró como resultados que adicionando 4% de CCP ensayados a los 28 días de curado alcanza el óptimo diseño arrojando para resistencia compresión un valor de 230.96 kg/cm<sup>2</sup>, para tracción 28.19 kg/cm<sup>2</sup>, para flexión nos arroja 40.77 kg/cm<sup>2</sup> y módulo de elasticidad de 229402.32 kg/cm<sup>2</sup>, determinando mejores resultados para ensayos experimentales, concluyó que adicionando ceniza de cáscara de palma al 4% brinda un aumento en su resistencia requerida, comprobando así la hipótesis planteadas que si llegó a cumplir en este estudio, generando así un gran alternativa en procesos constructivos en la sociedad..

**Palabras clave:** Diseño de mezcla, Agregados, Ceniza cáscara de palma, Concreto.

# EVALUATION OF THE MECHANICAL BEHAVIOUR OF CONCRETE WITH PALM SHELL ASHES

## Abstract

Currently, construction processes are being carried out in the use of palm shell ash to reinforce the design of concrete mixes, with the objective of determining the degree of increase in resistance by incorporating palm shell ash in concrete, using an experimental approach methodology, It showed a methodology of experimental approach, since it seeks to interpret through chemical tests the degree of pozzolanic that has the ash of palm shell, to then interact in percentages of 2%, 4%, 6%, 8% in substitution of the weight of cement, 200 cylindrical specimens tested at 7, 14 and 28 days of curing, showed as results that adding 4% of CCP tested at 28 days of curing reaches the optimum design yielding for compressive strength a value of 230.96 kg/cm<sup>2</sup>, for tensile strength 28.19 kg/cm<sup>2</sup>, for flexural strength 40.77 kg/cm<sup>2</sup> and modulus of elasticity 229402.32 kg/cm<sup>2</sup>, determining better results for experimental tests, concluded that adding 4% palm shell ash provides an increase in its required resistance, thus proving the hypothesis raised that was fulfilled in this study, thus generating a great alternative in construction processes in society.

**Keywords:** Mixture design, Aggregates, Palm shell ash, Concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Hoy en día se viene implementando técnicas novedosas en la utilización de residuos vegetales con el propósito de utilizarlo como aditivo en las mezclas del concreto, en el país de Malasia, según las investigaciones de Rizalman et al., 2023, refieren que las cenizas de palma y otro residuo brindan efectos positivos al diseño del concreto, en países desarrollados muestran resultados referente a la fluidez y consistencia en el proceso e laboratorio y ejecución de la muestra [1], por otro contexto , según Nurul et al., 2023, mencionan que la mejor alternativa que se pueda utilizar los materiales de sustitución al cemento es mediante la reutilización de cenizas de cáscara de palma y otros residuos, ya que es un diseño adecuado con proporciones mínimas brinda mejor óptima de aumento a la resistencia con fines de edificación [2].

En los procesos constructivos que se está dando en países de primer mundo como lo es en el continente asiático, según Lin et al., 2023, hacen mención referente a los efectos que ocasiona las diferentes cenizas de planta en el concreto, generando un impacto del tratamiento térmico y no térmico en las resistencia en estado endurecido, esto indica el potencial de estos agregados en la industria de la construcción [3], por otro contexto Gudainiyan y Kishore., 2023, mencionan que en sector representa un 58 % del PIB en total en ese territorio, 16% de las industrias cabe recalcar que estos residuos agrícolas producen propiedades puzolánicas brindando un efecto en la mezcla del cemento, reduciendo en una tasa anual aproximadamente 121 millones de toneladas, siguiendo la línea en realidad del antecedente de la variable ceniza de cáscara de palma [4]. Ahmed et al., 2023, mencionan que las diversas cenizas como aglomerante del concreto con un tiempo determinado en 28 días alcanza un aumento a compresión en diseño estructural, se utilizaron varias técnicas de modelamiento y todo proceso de inclusión de ceniza de palma llega a cumplir con lo estipulado en consistencia y trabajabilidad, generando una novedosa técnica constructiva [5].

Según las investigaciones de Ghanbari et al., 2023, manifiesta lo que acontece en el país de Irán, donde se viene promoviendo el uso de residuos y subproducto agrícolas en la producción del concreto, con el propósito de reducir significativamente los efectos ambientales y contribuir con el desarrollo sostenible, gracias a estos residuos cumplen estabilidad y trabajabilidad [6]. Los estudios de Zhu et al., 2022, refieren lo que está aconteciendo en el país de China, donde se genera procesamiento de aceite de palma en los trópicos en el diseño del concreto [7]. Si observamos los estudios de Nadh et al., 2021, menciona que la durabilidad del concreto liviano tratado con cáscara de palma aceitera, ofrece en el diseño la adherencia entre el refuerzo y el aglutinante con el fin de determinar la durabilidad como permeabilidad al ataque del sulfato [8]. Concerniente al estudio de Hamada et al., 2020, mencionan la demanda de materiales de construcción han dado como resultado bajo rendimiento en el país de Palestina, por lo tanto, se optó a incluir nuevos materiales ecológicos en la fabricación de concreto con residuo en ceniza de cáscara de palma, donde brinda un desempeño aceptable [9]. es por ello que si nos direccionamos a los estudios que se viene realizando en el territorio peruano, según Sánchez., 2023, menciona referente a remplazar del cemento por porcentajes mínimos de CCA, generando buenos resultados que al 5% de dosificación muestra un aumento a la resistencia, generando así un efecto positivo en el concreto, brindando así un aporte muy alternativo en temas constructivos [10].

Arif et al., [11], en su estudio en mención “Propiedades de cemento mezclado que contiene cenizas de combustible de aceite de palma”, plantearon un objetivo evaluar el efecto cenizo de palma en el concreto, utilizaron un procedimiento experimental tipo aplicativa, la cual se desarrolló el proceso químico de la ceniza, para reactividad puzolánica a temperatura 700°C durante 1 hora, en sus resultados muestra que el PPC tiene una elevada resistencia a compresión debido a sus propiedades en reacción puzolánica, concluyeron que agregar ceniza en porcentajes mínimos, brinda buena resistencia al concreto generando una gran alternativa en la construcción.

Salam et al., [12], en su investigación “Resistencia a la segregación del hormigón autocompactante que incorpora ceniza de combustible de aceite de palma”, plantearon

objetivo evaluar resistencia del concreto incorporando ceniza de palma, su metodología experimental de tipo cuantitativa, señala las 20 muestras que se desarrollaron en relación de agua/cemento, adicionando 0.30% de POFA por peso del cemento, en sus resultados indican que la segregación vario del 9% al 18.9%, el máximo índice de segregación es de 18% y el factor de segregación es hasta el 20%, concluyeron que la resistencia de segregación es de 0.25% y un contenido de POFA del 30%.

Islam., [13], en su investigación titulada “Un estudio sobre la implementación integrada de material cementicio suplementario y agregado grueso para un concreto sustentable”, planteó como objetivo utilizar el desecho ceniza cáscara de palma como sustitución del cemento portland ordinario y agregado grueso convencional, utilizó un procedimiento experimental tipo aplicativa, desarrolló 4 mezclas de concreto diferentes con densidad de 1610kg/m<sup>3</sup> hasta 1935kg/m<sup>3</sup>, en adiciones al 0%, 10%, 30%, 50% , sus resultado a compresión de 42.8 MPa a los 365 días utilizando un 10% de CCP a temperatura de 400°C, concluyó que la inclusión de POFA en OPSC en el concreto de grado estructural.

Aziz et al., [14], su investigación titulada “Propiedades del Concreto Sustentable que Contiene Diferentes Porcentajes y Partículas de Ceniza de Palma Aceitera como Reemplazo Parcial de Arena”, mostraron un objetivo en determinar el comportamiento que genera ceniza de palma en remplazo parcial de la arena, aplicaron un procedimiento experimental, se buscó tamaños de partículas de OPS al 25% y 50% en remplazo de la arena, en sus resultados tuvo un rango de 600um, mostrando un aumento de partículas de OPS reduciría la permeabilidad del concreto, concluyeron que el concreto con OPS se obtiene resistencias medias en los aspectos constructivos.

Kumar et al., [15], en su título en mención “Utilización de cenizas de combustible de aceite de palma en hormigón”, plantearon como objetivo utilizar la ceniza de palma en el concreto para generar buena resistencia, utilizaron un procedimiento experimental, donde se presenta la ceniza en porcentajes del 10% a 50%, en sus resultados que un 30% de POFA, aumenta su resistencia, concluyeron que agregando dosis mínimas de ceniza de palma al concreto brinda un efecto positivo en trabajabilidad y consistencia.

Loayza y López., [16], en su investigación titulada “Cenizas de residuos agrícolas como reemplazo parcial de cemento para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural”, tuvo como objetivo adicionar porcentajes de ceniza en el cemento con fines de aumentar la resistencia, tiene como metodología plantearon un enfoque experimental, se realizó propiedades de consistencia y densidad, en sus resultados para ambas cenizas tanto en arroz y palma muestran diferentes resistencias, concluyeron que la CCA tiene un rango del 5% y 10% donde refleja un aumento a la compresión, y en cambio en CCP la resistencia disminuye un  $26\text{kg/cm}^2$ , decae su resistencia determinadamente.

Camilo y Sepúlveda., [17], en su estudio titulado “Efecto de la ceniza de cuesco de palma africana como micro material en concretos”, tuvo como objetivo incluir como aditivo aglomerante ceniza de palma en el diseño del concreto, para determinar su resistencia adecuada, en su metodología experimental de tipo experimental, se buscó realizar procesos químicos para determinar el análisis de remplazo en el cemento, en dosificación del 10%, 20%, 40%, 60%, 70%, en sus resultados se reflejó una buena permeabilidad y la porosidad aumento de reemplazo de CCPA, concluyeron que los niveles de remplazo es de 3%, 3.5%, 10%, generando un mejor comportamiento en un aporte al desarrollo sostenible.

Mosaberpanah et al., [19], en su estudio en mención “Investigación del desempeño de la ceniza de cáscara de palma en la producción de concreto de alta resistencia.”, tuvo como objetivo principal evaluar el desempeño que ofrece este residuo como aditivo aglomerante al concreto, en su metodología experimental, mostro un porcentaje de adición del 0%, 10%, 20%, 30% en remplazo del cemento, plantearon 2 resistencias medias objetivo diferentes de 40MPa y 50MPa, en sus resultados ensayados a los 90 días de curado, donde el 10% de adición de ceniza de cáscara de palma, concluyeron que la densidad y resistencias a compresión del conceto mejoró significativamente.

Amartey et al., [21], en su estudio titulado “Propiedades mecánicas del hormigón de cemento mezclado con cenizas de cáscara de palma”, tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas agregando residuo de ceniza cáscara de palma, mostraron una metodología experimental donde aplicaron 5, 10, 15, 20, 25 y 30% de ceniza de cáscara de

palma (PKSA) como reemplazo del cemento en el concreto. Los resultados mostraron que las muestras que incorporaban mezclas binarias de cemento con 5 – 15 % de PKSA ilustraron mejores propiedades en resistencias a la compresión obtenidas fueron 26,76 MPa, 26,81 MPa y 27,16 MPa a los 60 días, y 29,80 MPa, 30,0 MPa y 31,41 MPa a los 90 días. Concluyeron que los valores de resistencia a la tracción obtenidos fueron 4.5MPa, 4.5MPa y 4.7MPa a los 60 días y 5.2MPa, 5.2MPa y 5.4MPa a los 90 días.

Budiea y Jaafar., [20], en su investigación titulada “Propiedades de durabilidad del concreto con agregados livianos cáscara de palma aceitera que contiene cenizas volantes como reemplazo parcial del cemento”, plantearon un objetivo analizar la resistencia que produce al agregar ceniza de palma en el concreto, utilizando un procedimiento experimental aplicada , se evaluaron 5 tipos de diseños sustituyendo cenizas volantes en 0%, 10%, 20%, 30%, 40% al peso de cemento, sus resultados en pérdidas de masa sulfúrico durante 1800 h, concluyeron que el concreto de menor cantidad de ceniza volante involucra una menor pérdida de masa y caída en resistencia.

Ting et al., [23], en su título en mención “Hormigón autocompactante ligero y sostenible a partir de cáscara de palma aceitera y cenizas volantes”, tuvo un objetivo principal evaluar las propiedades frescas y endurecidas del concreto liviano autocompactante incorporado con cáscara de palma aceitera. La metodología incluyó la evaluación de propiedades del concreto fresco, como la capacidad de paso, la capacidad de llenado y la resistencia a la segregación, siguiendo las directrices de EFNARC. Los resultados mostraron que la incorporación de FA mejoró las propiedades en fresco, especialmente la capacidad de llenado, con un aumento en el valor de flujo de asentamiento de 665 mm a 730 mm. En conclusión, el LWSCC incorporado con OPS y con reemplazo parcial de FA se presenta como un material de construcción alternativo sostenible, aprovechando un recurso renovable a partir de desechos agrícolas.

Yahaya et al., [21], en su título en mención “Optimización de la resistencia del concreto liviano que contiene nano cenizas de combustible de aceite de palma y Clinker de aceite de palma utilizando el método de superficie de respuesta”, plantearon como objetivo determinar

la ceniza de palma en el concreto, mostraron unametodología se utilizó sustitución en porcentajes del 0%, 10%, 20%, 30%, por agregado POC, en niveles de remplazo del 0%, 50% y 100%, en sus resultados muestra 4375m/s, 8.53 MPa y 5.38MPa, concluyeron que el método optimización por RSM, es una táctica de mejora en el diseño de mezcla.

Aziz et al., [14], su investigación titulada “Propiedades del Concreto Sustentable que Contiene Diferentes Porcentajes y Partículas de Ceniza de Palma Aceitera como Reemplazo Parcial de Arena”, plantearon un objetivo determinar el comportamiento que genera la ceniza de palma en el remplazo parcial de la arena, utilizaron un procedimiento experimental, donde se escogió por tamaños en partículas OPS en adición del 25.0%, 50.0% referente al peso de la arena, en sus resultados tuvieron un rango de 600um, mostrando un aumento de partículas de OPS reduciría la permeabilidad del concreto, concluyeron que el concreto con OPS se obtiene resistencias medias en la industria de la construcción.

Nadh et al., [8], en su título en mención “Propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto liviano tratado con cáscara de palma aceitera”, plantearon como objetivo utilizar cáscaras de palma aceitera tratadas como árido grueso en la producción de concreto ligero para examinar el comportamiento de las propiedades de adherencia y durabilidad. La metodología incluyó tratar las cáscaras de palma aceitera con un aditivo compuesto de sílice-hidrógeno para minimizar la tasa de absorción y luego utilizarlas en la fabricación de concreto ligero. Los resultados mejoran la comparación con el concreto de cáscara de palma aceitera no tratada. Concluyeron que el tratamiento de las cáscaras de palma aceitera como árido grueso puede mejorar las propiedades de adherencia y durabilidad del concreto ligero, lo que podría tener implicaciones positivas en la industria de la construcción.

Camilo y Sepúlveda., [17], en su estudio titulado “Efecto de la ceniza de cuesco de palma africana como micro material en concretos”, tuvo como objetivo incluir como aditivo aglomerante ceniza de palma en el diseño del concreto, para determinar su resistencia adecuada, en su metodología experimental de tipo experimental, se buscó realizar procesos químicos y determinar el análisis de remplazo en el cemento, en dosificación del 10%, 20%, 40%, 60%, 70%, en sus resultados se reflejó una buena permeabilidad y la porosidad

aumento de reemplazo de CCPA, concluyeron que los niveles de remplazo es de 3%, 3.5%, 10%, generando un mejor comportamiento en un aporte al desarrollo sostenible.

Esta investigación está direccionada al recojo de residuo vegetal en cenizas de cáscara de palma con el propósito de reutilizarlo como aditivo a la mezcla del concreto en dosificaciones del 2%, 4%, 6%, 8% en sustitución del peso de cemento, en el término económico genera una gran ayuda en la recolección de muestras ya que se encuentra en la intemperie y son utilizadas en la construcción en lo ambiental reduce significativamente los efectos ambientales y contribuir con el desarrollo sostenible. Este estudio garantiza el correcto proceder de esta investigación que se está realizando en Lambayeque.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera influye la adición de cenizas de cáscara de palma en el concreto en su comportamiento mecánico, específicamente en términos de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y otras propiedades relevantes, y cómo puede esto impactar en la industria de la construcción y en la sostenibilidad ambiental?

## **1.3. Hipótesis**

"Incorporar cenizas de cáscara de palma en el concreto, en dosificaciones específicas, resultará en mejoras significativas en el comportamiento mecánico del material, incluyendo un aumento en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y otras propiedades relevantes, lo que podría ofrecer una alternativa sostenible y efectiva en la industria de la construcción."

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Evaluar el comportamiento mecánico del concreto con cenizas de cáscara de palma

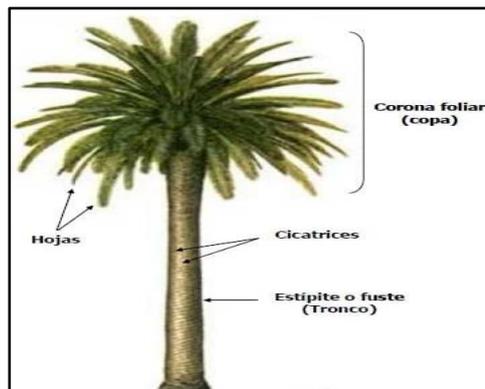
#### **Objetivo específico**

- Analizar el estudio físico químico de las diferentes temperaturas de la ceniza cáscara de palma, con el propósito de obtener el mejor material en su composición.

- Determinar las propiedades del diseño de mezcla del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Evaluar las propiedades mecánicas: concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y concreto experimental incorporando ceniza de cáscara de palma al 2%, 4%, 6%, 8% en sustitución del cemento.
- Comparar resultados de concreto patrón versus concreto con adición de ceniza de cáscara de palma en 2%, 4%, 6%, 8% que dio mejor óptimo en diseño para ensayos experimentales.

#### 1.4. Teoría relacionada al tema

**La palma.** En su descripción sobre la palma africana que se ha reproducido en gran parte del mundo, como lo es en el territorio de Indonesia y América Latina, tiene las características de la familia de *Arecaceae*, con troncos robustos muy esveltos miden más de 35 metros de altura, con hojas secas en su determinación [23].



**Fig. 1.** Planta palma. [24]

Nota: Figura 1 se detalla la planta palma y sus características detalladas [24].

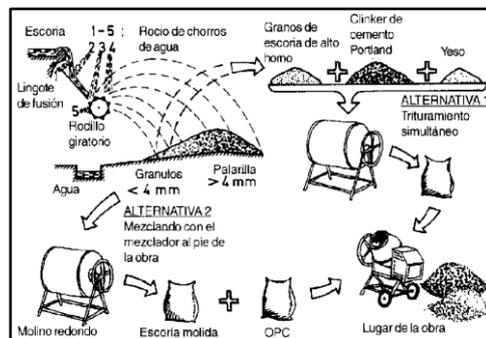
**Ceniza de cáscara de palma.** Es un residuo muy elevado rico en sílice gracias a sus propiedades puzolánica, que genera rigidez, por ello este producto de combustión para cualquier tipo de uso, mayormente se utiliza para abono ya por sus componentes químicos que aportan gran interés en los agricultores, ya por sus finuras de Blaine original en sus partículas oscilan entre  $400 \text{ cm}^2/\text{g} - 550 \text{ cm}^2/\text{g}$  generando valores muy elevados afectando su resistencia [25].



**Fig. 2.** Ceniza cáscara de palma. [26]

Nota: Refiere que la finura de ceniza gracias a sus derivados indica que pertenecen a ser desecho en la central térmica por ser desperdicio, beneficia un gran aporte como aditivo en la construcción utilizado como relleno brindando estabilidad en el suelo según la norma ASTM esto indica la capacidad de soporte en la mezcla con partículas superiores a 0.075m.m [27].

**Materiales puzolánicos.** definido según la norma establecida gracias a sus propiedades química en diferente determinación por caliza o difracción de rayos X pero muy poco valor cementante [28].



**Fig. 3.** Procedimiento del Material puzolánico. [29]

**Cemento.** Es una sustancia única que al ser contacto con el agua y agregados naturales, genera una consistencia en su propiedad, ya que después de cierto periodo de tiempo cumple una resistencia única alcanzando a los 28 días de curado [30].

**Cemento portland.** es una sustancia única que al ser contacto con el agua y agregados naturales, genera una consistencia en su propiedad, ya que después de cierto periodo de tiempo cumple una resistencia única alcanzando a los 28 días de curado, cabe

mencionar que durante muchos años se ha considerado uno del producto más considerado en el ámbito de la construcción [32].

**Composición química del cemento.** las propiedades del cemento en proporciones mínimas que al interactuar con el H<sub>2</sub>O determinado una pasta con el transcurso del tiempo tiende a endurecer [33].

C  
A  
R  
A  
C  
T  
E  
R  
I  
S  
T  
I  
C  
A  
S  
  
D  
E  
L  
  
C  
E  
M  
E  
N  
T  
O



*Diseño de mezcla*

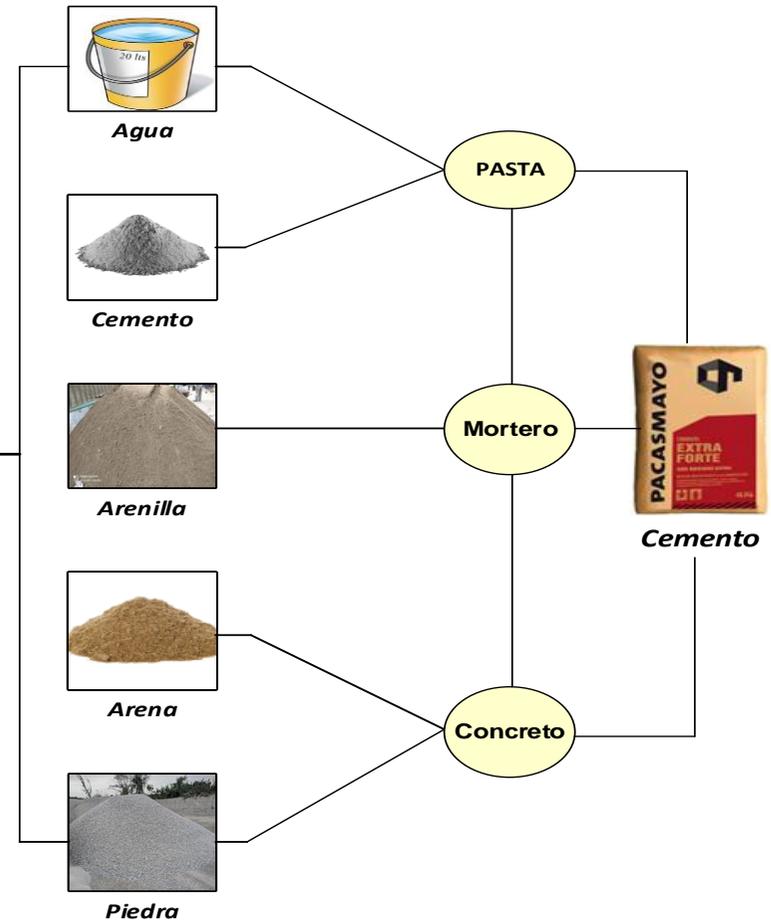


Fig. 4. Características del cemento

**Concreto.** Conforman un conjunto de materiales como agregado natural, agua y cemento en algunas ocasiones aditivo, todo ello conforma concreto, un material hecho para estructuras resistentes de larga vida útil [35].

**Agregados.** Los agregados tienen textura y dimensiones iguales, se divide en agregado grueso y fino, muy esencial para la aglomeración entre cemento y H<sub>2</sub>O, para un buen diseño de mezcla, gracias al análisis granulométrico podemos procesar muestras en módulo de fineza y todos los ensayos correspondientes [36].

**Agregado fino.** La parte granulométrica en función de tamiz estandarizados que pasan a prueba el AF tiene único fin de realizar ensayos determinados después de pasar el proceso [37].

**Agregado grueso** Refieren que permanece a la malla n°04 en milímetros que pasa por la abertura clasificando la piedra en dimensiones y textura casi iguales [38].

**Tabla I .**

Límite en granulometría

Tamaño Nominal	% que pasa por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N°8
2"	95 - 100		35 - 70		10 - 30	-----	0.5	-----
1 1/2"	100	95 - 100		35 - 70		10 - 30	0.5	-----
1"	-----	100	95 - 100		25 - 60	-----	0.1	0.5
3/4"	-----	-----	100	90 - 100		20 - 55	0.1	0.5
1/2"	-----	-----	-----	100	90 - 100	40 - 70	0.15	0.5
3/8"	-----	-----	-----	-----	100	85 - 100	10 - 30	0.1

Nota: Tabla III, el límite de granulometría para el agregado grueso con tamaños nominales desde los 2" hasta los 3/8", según los estudios de Kim et al., [39].

**Granulometría.** Las dimensiones estandarizadas que pasan por mallas de cobertura en milímetro entre la línea inferior y superior y la muestra, marcan la resultante de los tamices retenidos en lineamiento en la granulometría [40].

**Tabla II .**

Límite de granulometría

Malla			Porcentajes - acumulativo		
3/8"	9.5	mm	----		100
4	4.75	mm	95		100
8	2.36	mm	80		100
16	1.18	mm	50		85
30	600	m	25		60
50	300	m	10		30
100	150	m	2		10

Nota: En la tabla II, las mallas estandarizadas de la granulometría, cuyos porcentajes que pasa acumulativo desde los 100mm hasta la malla 50 con valor de 30mm acumulativo, según los estudios de Timothy et al., [41].

### **Propiedades del concreto fresco**

**Contenido de aire.** Según norma 339.083 los poros están presente en el concreto, ubicadas mayormente en poros no saturados, teniendo en cuenta la temperatura baja [42].

**Temperatura.** En concreto fresco, debe seguir al pie de la normativa, ya que esto dependerá la resistencia a futura del concreto [43].

**Consistencia.** Está conectado más con la trabajabilidad que se encuentra saturada con mejor facilidad en el momento de su colocación, según los estudios de Gomez [44].

### **Propiedades principales del concreto en estado endurecido**

**Resistencia a Compresión.** Concreto tiene un periodo de días en curación según la norma alcanza su resistencia en máxima 28 días de curado, donde mencionan referente a resistencias dependiendo al diseño de mezcla y los días que es curado [45].

**Resistencia a flexión.** Donde genera por grietas entre vigas a romperse ya que es la fuerza ejercida en sentido opuesto propósito de generar una curva doblada al material [47].

**Resistencia a tracción.** Fuerza aplicada en sentido opuesto que logra alargar la estructura, cabe mencionar que impulsa la reducción a cambios de temperatura, provocan un grupo de fuerza a tracción [49].

**Módulo de elasticidad.** Según la norma- 469, se determina elástico con dirección en aplicar la fuerza al producir el estiramiento [51].

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

**Tipo de investigación.** Esta investigación cuantitativa / aplicada, la cual evidencia mediante los procesos ensayos para determinar resultados categóricos.

Según Hernández., [52], menciona el proceso metodológico del enfoque cuantitativo detallando resultados obtenidos gracias a las variables, determinando la hipótesis planteada.

**Diseño de investigación.** Se direccionado al aspecto experimental, procesando de manera analítica plasmada en 2 diferentes tipos de variables

Este estudio refleja el número de veces en la cual se mide la variable:

El número de veces que se mide la variable:

- Cuando es transversal se mide una sola vez
- Cuando es longitudinal se mide 2 o más veces.

según Hernández., [52] el tipo experimental la cual tiene contacto con las variables de estudio, esta puede ser observacional si no existe manipulación, o experimental si existe manipulación de variables.

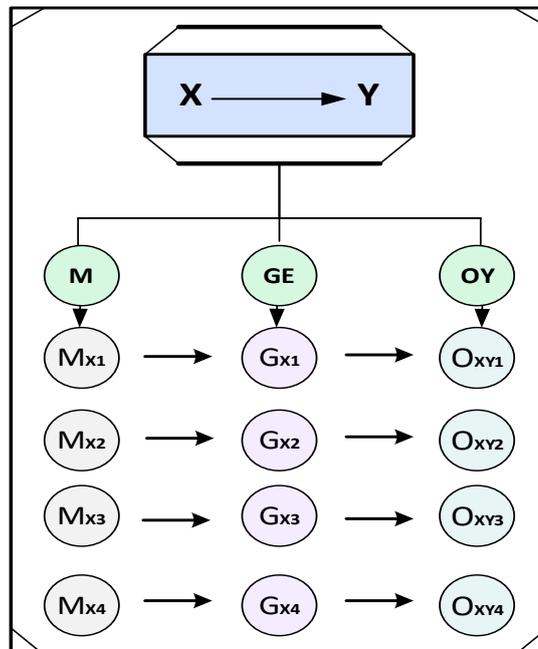


Fig. 5. Diseño de investigación

**Donde:**

X: Variable Independiente (Ceniza de cáscara de palma)

Y: Variable Dependiente (Concreto)

M: Muestra de prueba

GE: Grupo experimental 2%, 4%, 6%, 8%

OY: Medición de muestra

**2.2. Variables, Operacionalización****Dependiente:**

Propiedades mecánicas del concreto

**Independiente:**

Ceniza de cáscara de palma

**Tabla III .**

Operacionalización de variable Dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Tipo de variable	Escalade medición
Evaluación del comportamiento mecánico del concreto	Flores., [22], mezclas de materiales compuestos por cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y en algunos casos aditivo	Nuevo diseño de mezcla en el concreto incorporando residuo como aditivo, para aumentar la resistencia	Ensayos en estado fresco del concreto	Análisis granulométrico	mm	Documentos / Plantilla de laboratorio Amazing S.A.C	Cuantitativa / Experimental	Razón
				Peso unitario y densidad	kg/m <sup>3</sup>			
				Fluidez	%			
			Ensayos en estado endurecido del concreto	Contenido de aire				
				Diseño de Slump				
				Resistencia a compresión				
				Resistencia a tracción	kg/cm <sup>2</sup>			
Resistencia a flexión								
Módulo de elasticidad								

**Tabla IV .**

Operacionalización de variable Independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Dimensiones operacionales	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumentos	Tipo de variable	Escala de medición	
Ceniza de cascara de palma	Asnida et al., [11] , la ceniza de cascara de palma, es un material puzolánico rico en sílice dentro de sus propiedades que lo forma.	La ceniza de cascara de palma, es utilizado como aditivo aglomerante al diseño de mezcla del concreto, gracias a sus propiedades brinda una buena resistencia requerida.	Extracción de muestra en ceniza de cascara de palma	Temperatura	850°C	Documentos / Plantilla de laboratorio Amazing S.A.C	Cuantitativa - Aplicada / Experimental	Intervalo	
					900°C				
					950°C				
			Análisis químico - ceniza de cascara de palma	Oxido de fierro	1000°C	FeO <sub>3</sub>		Ordinal	
					Oxido de silicio	SiO <sub>2</sub>			
						Oxido de aluminio			Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
					Análisis granulométrico				mm
						Peso unitario y densidad			kg/m <sup>3</sup>
					Ensayos en estado fresco del concreto	Fluidez			%
			Contenido de aire	Resistencia a compresión					
								Diseño de slump	
			Ensayos en estado endurecido del concreto	Resistencia a tracción	kg/cm <sup>2</sup>				
Resistencia a flexión									
Módulo de elasticidad									

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

**Población.** Lo conforma todos los materiales que se están sujetos a los objetivos específicos, en la realización del concreto, con acciones de CCP en porcentajes del 2%, 4%, 6%, 8% en sustitución del peso del cemento.

**Muestra.** Se planteó 200 probetas cilíndricas, incorporando ceniza de cáscara de palma en dosificaciones del 2%, 4%, 6%, 8% en sustitución del peso del cemento, a resistencias 210 kg/cm<sup>2</sup>, ensayadas a los 7, 14 y 28 días para ensayos experimentales.

**Tabla V .**

Diseño muestra patrón

F <sup>o</sup> c kg/cm <sup>2</sup>	Días	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de elasticidad
210	7	3	3	3	3
	14	3	3	3	3
	28	4	4	4	4
Total		10 Und.	10 Und.	10 Und.	10 Und.

Nota: En la tabla VII, el diseño patrón fc 210 kg/cm<sup>2</sup> ensayada a diferentes resistencias, ensayadas a 7, 14 y 28 días de curado, 10 unidades para cada fuerza en resistencia.

**Tabla VI .**

Diseño de muestra patrón con adiciones

F <sup>o</sup> c kg/cm <sup>2</sup>	Días	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de elasticidad
210	7	3	3	3	3
	14	3	3	3	3
	28	4	4	4	4
Total		10 Und.	10 Und.	10 Und.	10 Und.

Nota: Se evidencia los ensayos determinados en patrón a resistencia fc 210 kg/cm<sup>2</sup> con cada ensayo a compresión, flexión, tracción y módulo, llegando a su máxima resistencia a los 28 días.

**Muestreo.** Este estudio esta direccionó a realizar ensayos probabilísticos, ya que se utiliza una selección aleatoria para mejorar el proceso

**Criterio de selección.** Este proceso se ejecutó en la Región de Lambayeque, perteneciente al a ser inclusión, por tratarse de la localidad.

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

### **Técnicas de recolección de datos**

Inicia con la observación en cada análisis del ensayo en laboratorio generando el registro de cada proceso indicado tanto en aspecto físico y resistencia mecánica, el aporte de según Hernández [52], refiere el orden de cada registro para ser procesado con el mayor cuidado para determinar su resistencia adecuada que los resultados puedan arrojar.

### **Instrumento de recolección de datos**

Siguiendo la normativa vigente, para brindar resultados contundentes, se realizó programa de Microsoft Excel, Word y SPSS, en plasmar la tesis, garantizando legitimidad en cada ensayo determinado.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

La secuencia de las variables de estudio se detallará mediante flujograma, para tener mejor visión y planteamiento en el estudio.

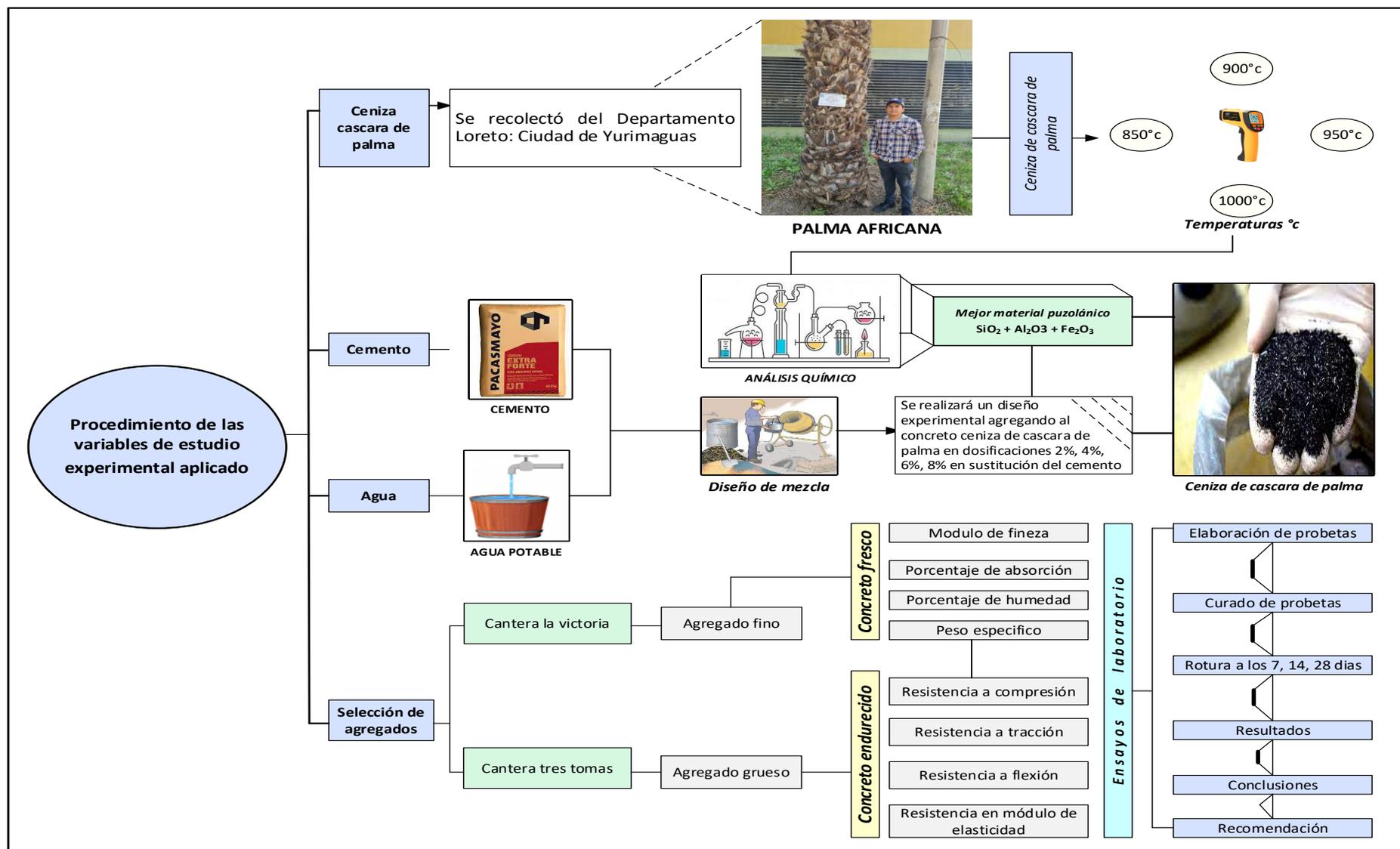


Fig. 6. Procedimiento de las variables de estudio

## Descripción del proceso

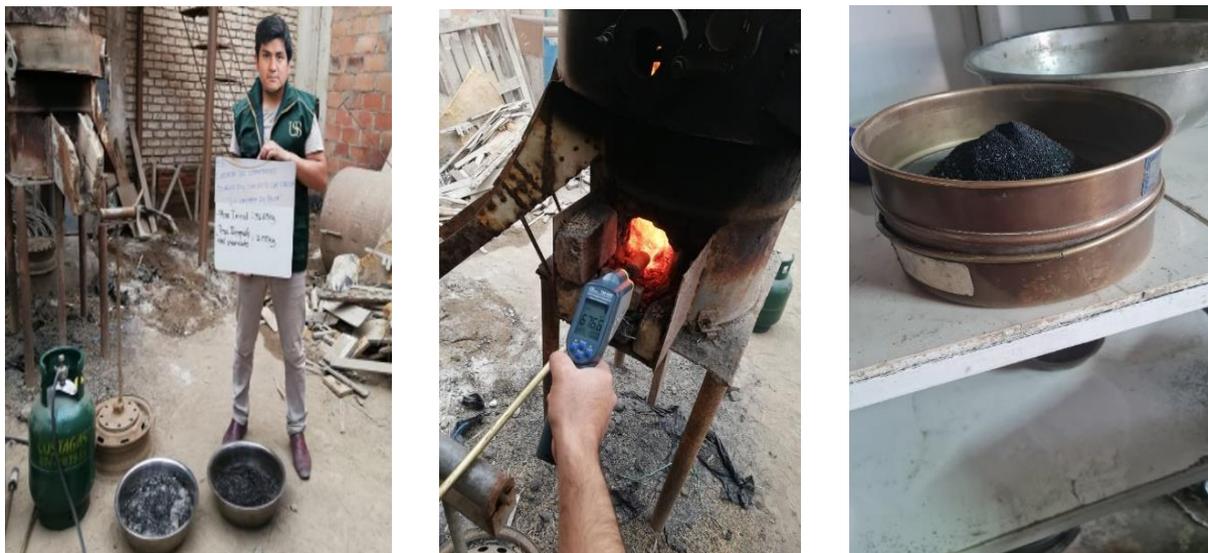
Para el procedimiento de mis variables de e estudio, detallare a continuación

**Como primer punto, se detalla a la extracción de CCP**



**Fig. 7.** Tronco de palma

Se aprecia la recolección de tronco de palma, la cual se pudo talar cierta cantidad de muestra, con el objetivo de utilizar este material en versión de ceniza, con el fin de incorporar como aditivo aglomerante al concreto, con fines de investigación de la carrera ingeniera civil.



**Fig. 8.** Esquema de ceniza cáscara de palma a diferentes temperaturas

Como segundo punto detallaré la clasificación de 2 tipos de cantera para procesos de obtención del agregado fino.



**Fig. 9.** Análisis granulométrico

Tiene como propósito pasar por mallas estandarizadas para proceso de selección acumulado, con fin de proporcionar muestras únicas.



**Fig. 10.** Cuarteo de agregado fino y grueso

Este proceso de cuarteo es con el propósito de trabajar muestras seleccionadas y optimizar el porcentaje de ello, según la norma 339.128



**Fig. 11.** Peso Unitario

Se llena el molde hasta sobrepasar su altura, soltando el material desde una altura que no sea superior a 50 mm, esta distancia medida desde la cara superior.



**Fig. 12.** Saturación del agregado fino

Se aprecia el frasco de vidrio estandarizado, con agua a un cierto punto del cuello que mide un aproximado de 1ml, toma de lectura inicial a temperatura que oscilan entre 20 a 23°C.



El procedimiento del ensayo de revenimiento se aplica 25 golpe, el molde de textura y forma de cono, según el concreto en función como resultado



**Fig. 13.** Ensayo a resistencia probetas y vigas

Este ensayo se ha elaborado según lo estipulado en la NTP 334.051 (2022), para especímenes cúbicos, llenado de los moldes debe de realizarse antes de los 150 s, llenando

de mortero  $\frac{1}{2}$  (25 mm) del molde, para luego con un compactador debe de ser apisonado con 32 golpes en un periodo de 10 segundos, posteriormente se llena la otra mitad faltante del molde y se sigue el mismo procedimiento de la primera capa.

## **2.6. Criterios éticos**

El consejo universitario., [53], menciona mediante directiva la prescrita de los incisos detallado en el artículo n°28, en estatus de la USS, llegando aprobar la respuesta actualizada mediante la ética en investigación, la cual detalla los artículos siguientes

### **Artículo 6°:** principios de investigación científicas

- a) Protección de la diversidad sociocultural y dignidad de la persona.
- b) Cuidado al medio ambiente y biodiversidad
- c) Consentimiento informado
- d) Transparencia en la investigación
- e) Cumplimiento éticos y comunidad en ámbito científico

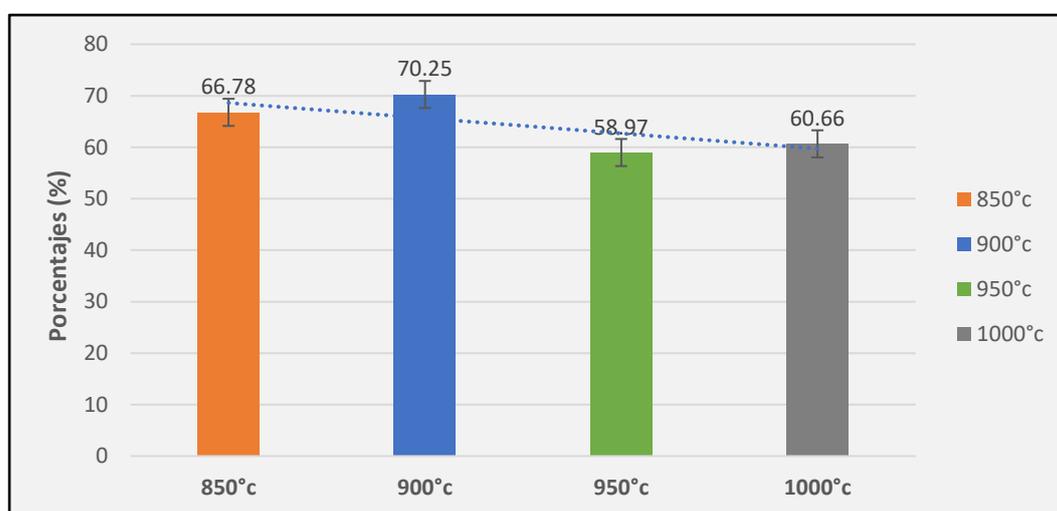
**Artículo 9:** la ética institucional en la investigación, en instancias interdisciplinarias, con la autoridad y decisión, tiene como fin tomar en primer lugar respeto para la vida medio ambiente y aspecto de salud. Cabe precisar la norma ética tanto en nacional e internacional como menciona la comisión de ética, denuncia tajantemente las malas prácticas en ciencia que adhieren los valores y la honra, con el propósito de direccionar el objetivo del hacer científico.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

Esta investigación asegura la validez del proyecto al seguir de manera organizada los resultados de laboratorio específicos de mecánica del concreto, presentando cada objetivo de forma coherente y secuencial a través de gráficos y tablas.

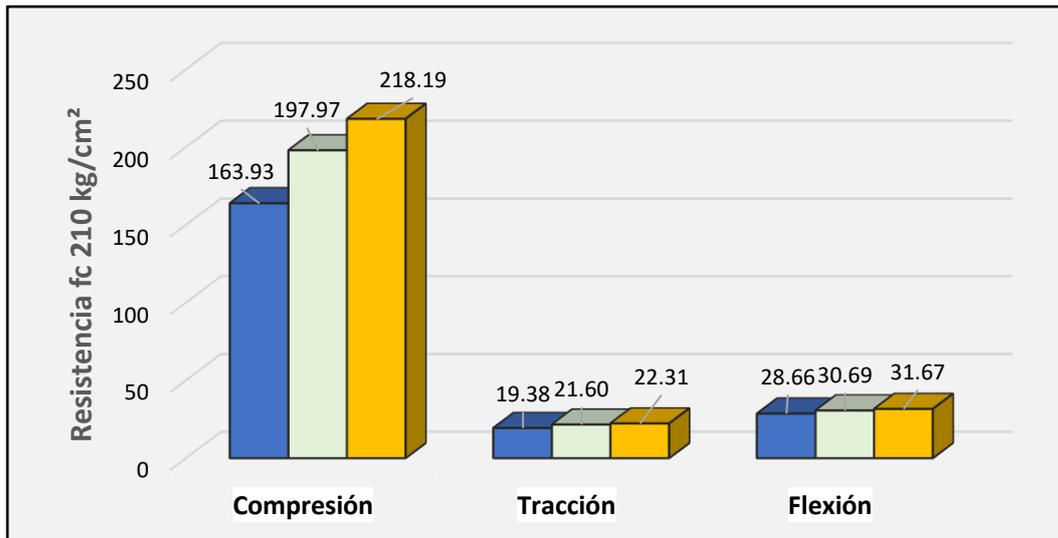
**Referente al primer punto objetivo específico, en analizar el estudio físico químico de las diferentes temperaturas de la ceniza cáscara de palma, con el propósito de obtener el mejor material en su composición.**



**Fig. 14.** Resultados generales de CCP

Nota: En la figura 14 muestra todas las muestras de ceniza a temperatura arrancando desde la temperatura 850°C, 900°C, 950°C, 1000°C, dando como resultado categórico la temperatura de 900°C arrojando en su determinación un valor rico en sílice de 70.25% en  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**Referente al segundo punto objetivo específico determinar las propiedades del diseño de mezcla del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**



**Fig. 15.** Concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

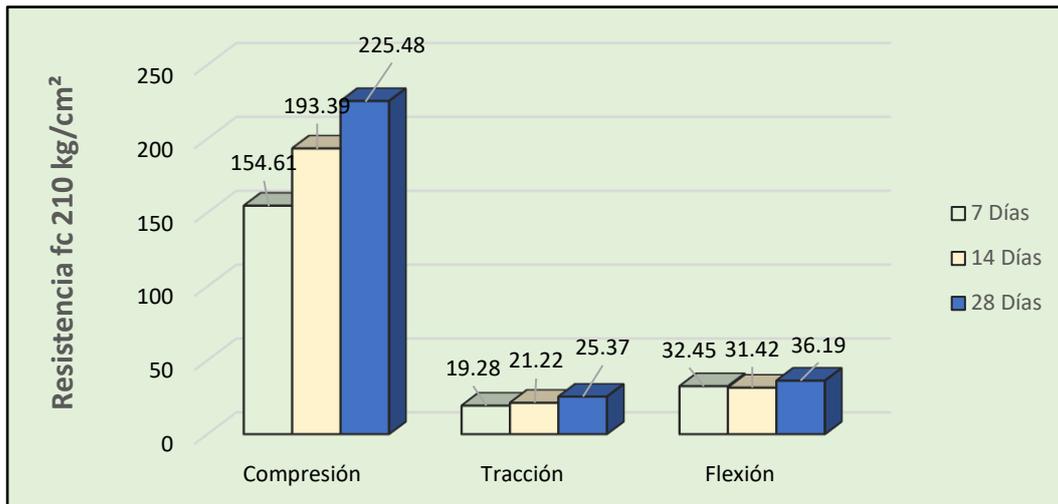
Nota: La figura 15, para concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , arrojando a 28 días resistencia compresión con valor  $218.19 \text{ kg/cm}^2$ , tracción  $22.31 \text{ kg/cm}^2$  y flexión  $31.67 \text{ kg/cm}^2$ .



**Fig. 16.** Concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en módulo de elasticidad

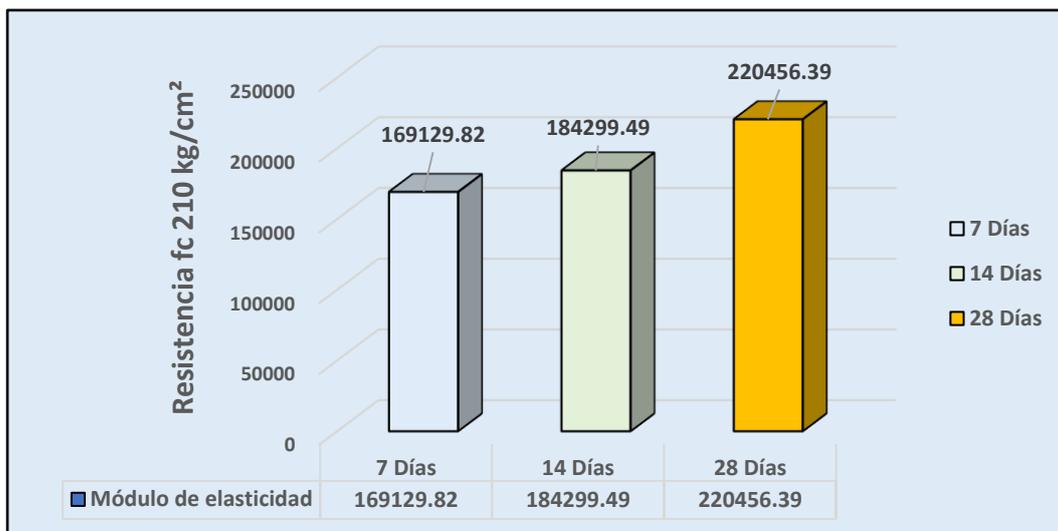
Nota: La figura 16, muestra módulo de elasticidad a 7 días con valor  $178752.97 \text{ kg/cm}^2$ , 14 días  $206220.19 \text{ kg/cm}^2$  y 28 días  $218346.11 \text{ kg/cm}^2$ .

Referente al tercer punto objetivo específico en evaluar las propiedades mecánicas: concreto patrón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y concreto experimental incorporando ceniza de cáscara de palma en 2%, 4%, 6%, 8% en sustitución del cemento.



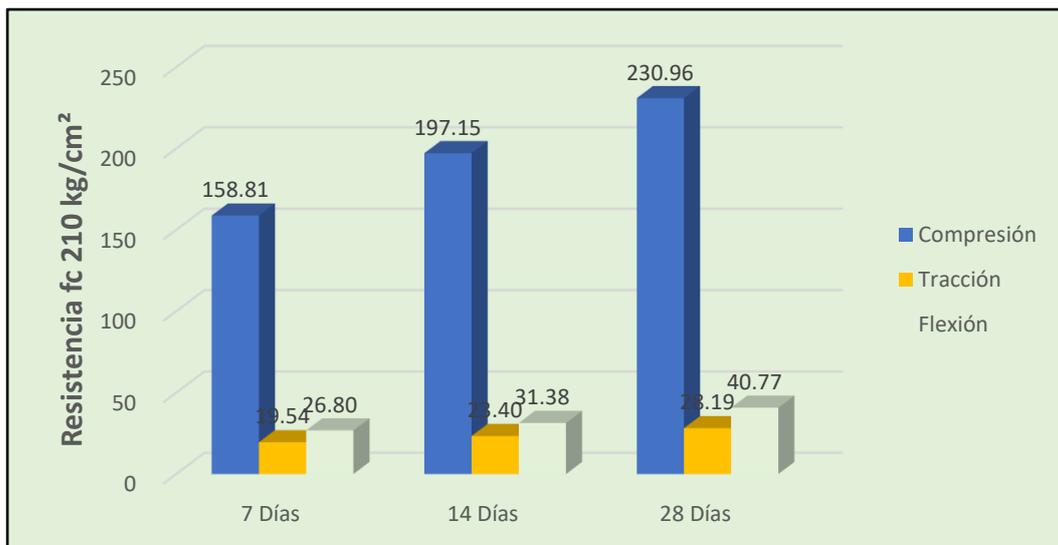
**Fig. 17.** Diseño de concreto incorporando CCP al 2%

Nota: Figura 17, se tiene concreto incorporando CCP al 2%, resultado a compresión a los 28 días de curado con 225.48 kg/cm<sup>2</sup>, para tracción se tiene 25.37 kg/cm<sup>2</sup>, para flexión nos arroja 36.19 kg/cm<sup>2</sup>, determinando mejor muestra.



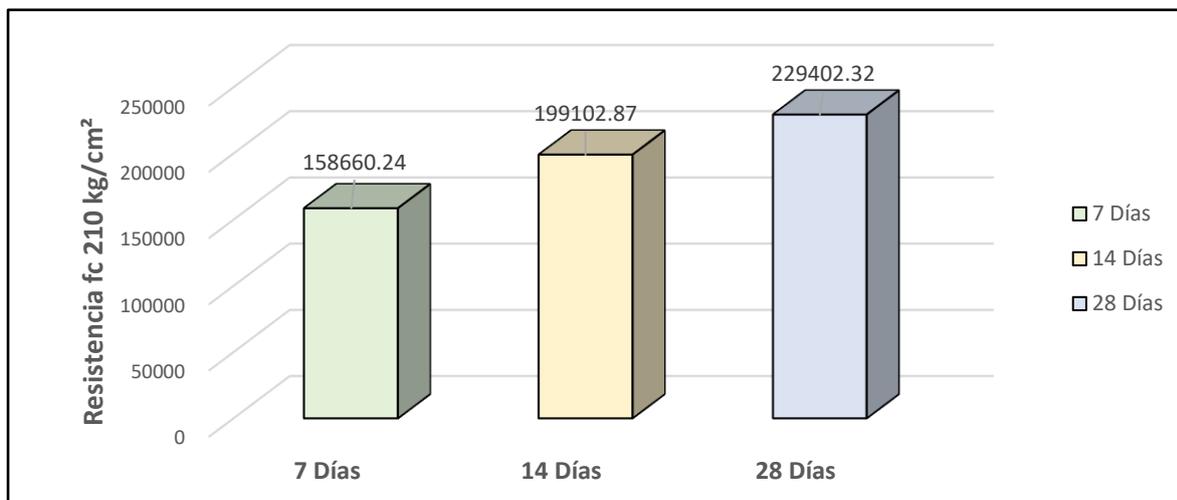
**Fig. 18.** Módulo de elasticidad al 2% de CCP

Nota: La figura 18, muestra un módulo elasticidad a 7 días con valor de 169129.82 kg/cm<sup>2</sup>, 14 días 184299.49 kg/cm<sup>2</sup> y 28 días 220456.39 kg/cm<sup>2</sup>.



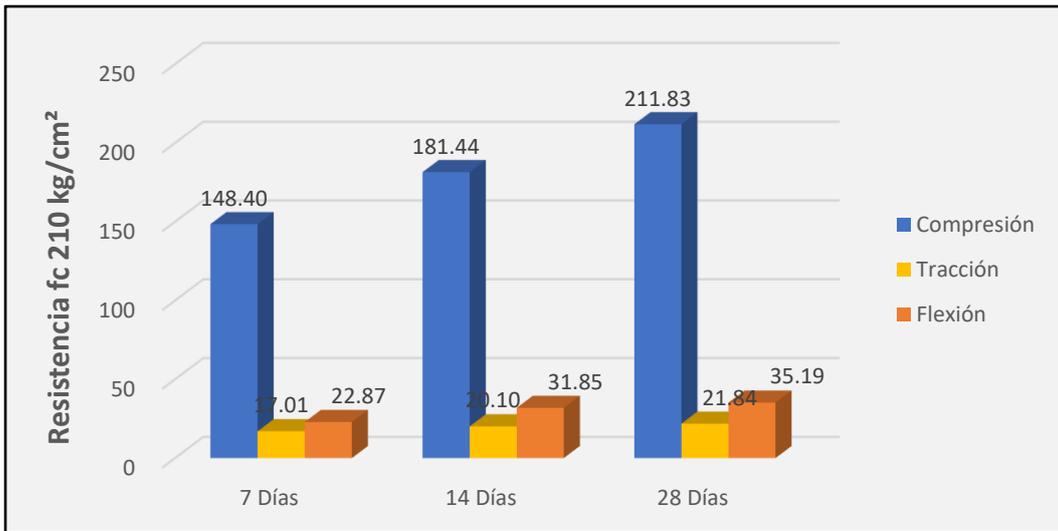
**Fig. 19.** Diseño de concreto incorporando CCP al 4%

Nota: La figura 19, se tiene diseño de concreto incorporando CCP al 4%, resultado a compresión a 28 días con 230.96 kg/cm<sup>2</sup>, para tracción se tiene 28.19 kg/cm<sup>2</sup>, para flexión nos arroja 40.77 kg/cm<sup>2</sup>.



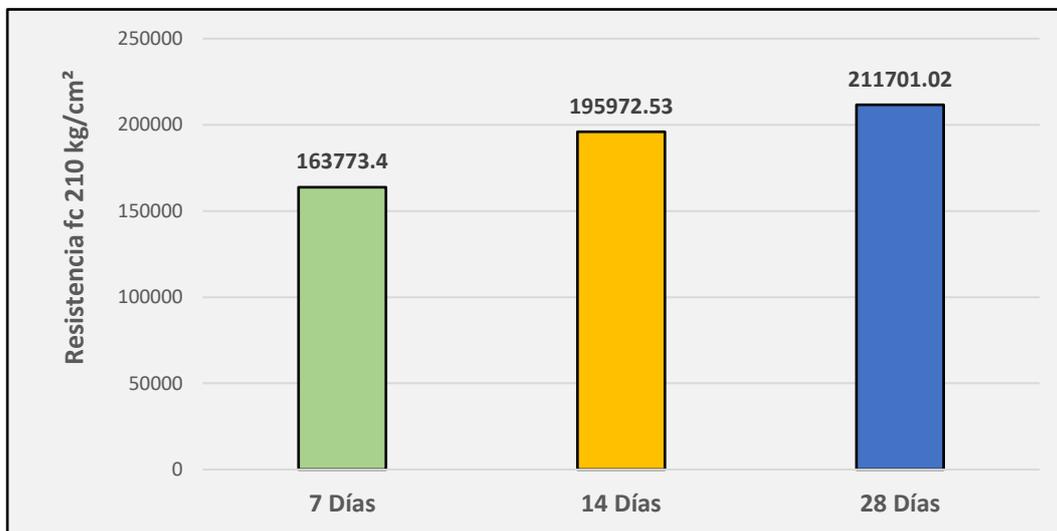
**Fig. 20.** Módulo de elasticidad al 4% de CCP

Nota: La figura 20, se muestra un módulo de elasticidad a 7 días de curado con valor de 158660.24 kg/cm<sup>2</sup>, 14 días 199102.87 kg/cm<sup>2</sup> y 28 días 229402.32 kg/cm<sup>2</sup>, cabe precisar que el concreto tiende a deformarse llegando a tener trabajabilidad



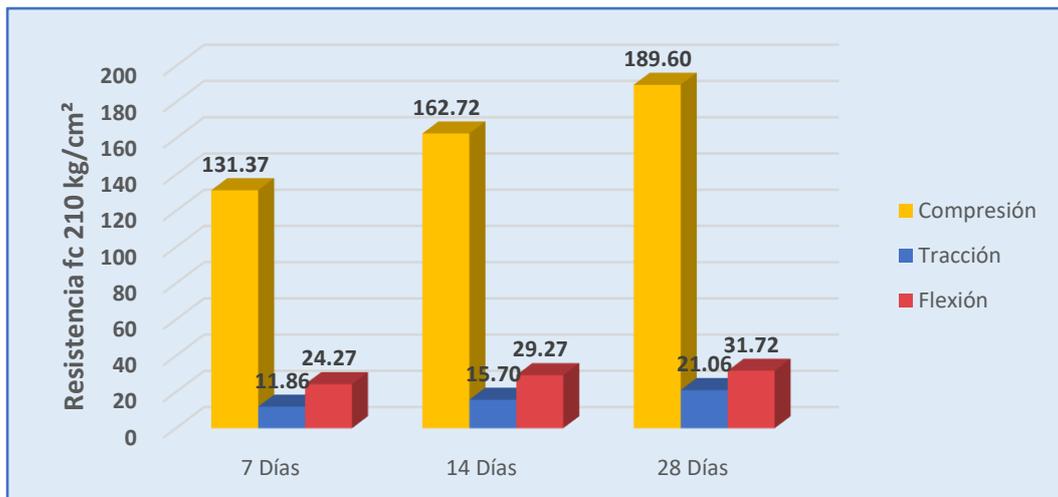
**Fig. 21.** Diseño de concreto incorporando CCP al 6%

Nota: La figura 21, se tiene diseño de concreto incorporando CCP al 6%, resultado a compresión a 28 días con 211.83 kg/cm<sup>2</sup>, para tracción se tiene 21.84 kg/cm<sup>2</sup>, para flexión nos arroja 35.19 kg/cm<sup>2</sup>



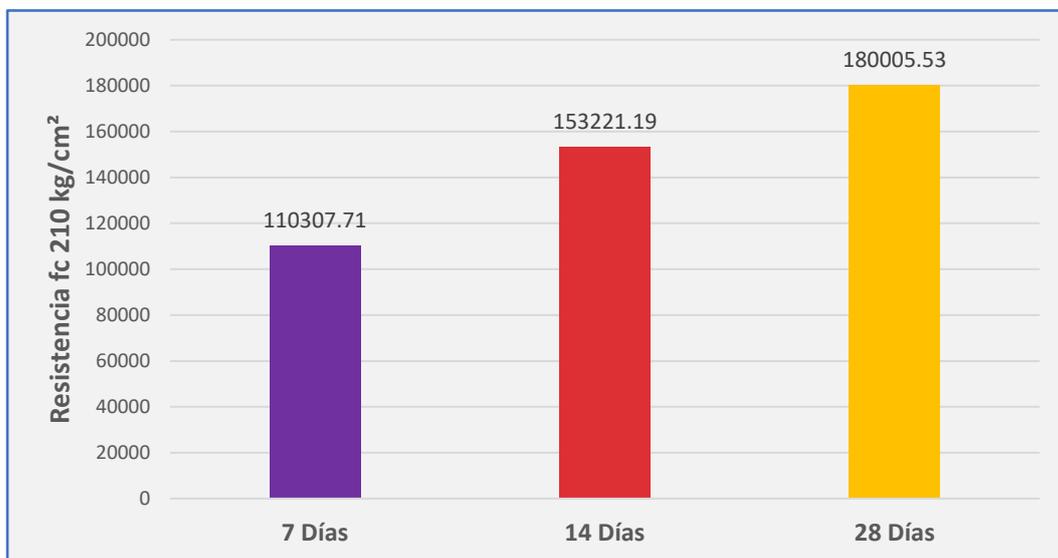
**Fig. 22.** Módulo de elasticidad al 6% de CCP

Nota: Se puede visualizar en figura 22, el ensayo en módulo de elasticidad a 7 días con 163773.4 kg/cm<sup>2</sup>, 14 días 195972.53 kg/cm<sup>2</sup> y 28 días 211701.02 kg/cm<sup>2</sup>.



**Fig. 23.** Diseño de concreto incorporando CCP al 8%

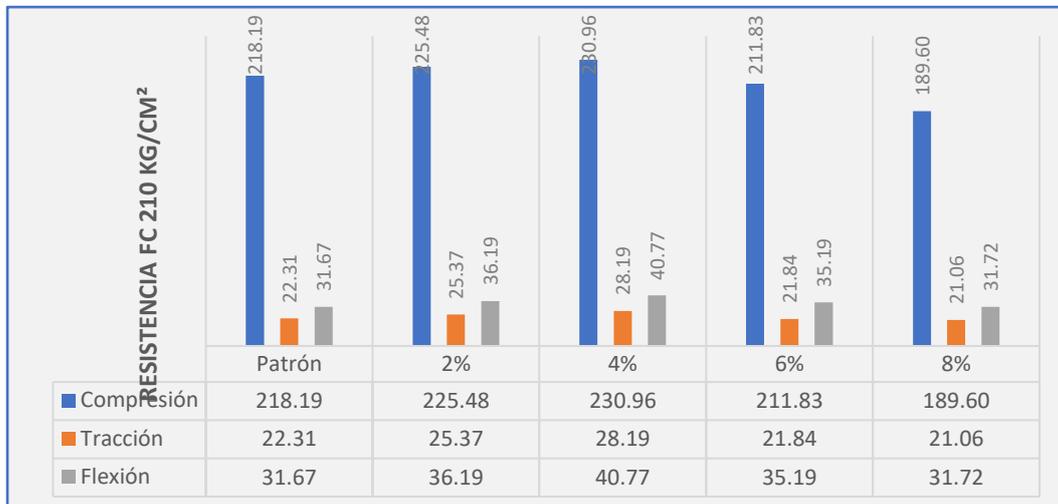
Nota: La figura 23, se tiene concreto incorporando CCP al 8%, resultado a compresión a 28 días con 189.60 kg/cm<sup>2</sup>, para tracción se tiene 21.06 kg/cm<sup>2</sup>, para flexión nos arroja 31.72 kg/cm<sup>2</sup>.



**Fig. 24.** Módulo de elasticidad al 8% de CCP

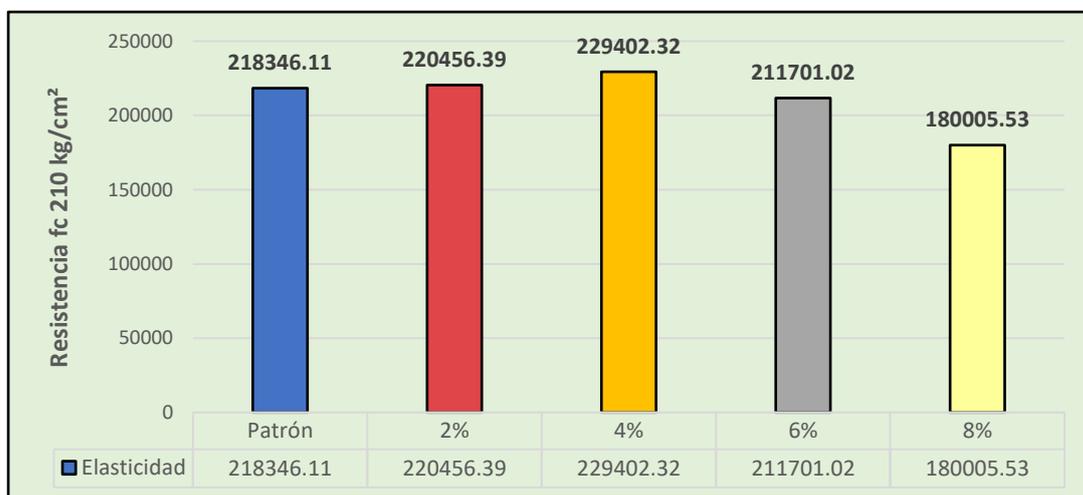
Nota: La figura 24, el módulo elasticidad a 7 días con 110307.71 kg/cm<sup>2</sup>, 14 días 153221.19 kg/cm<sup>2</sup> y 28 días 180005.53 kg/cm<sup>2</sup>, cabe precisar que el concreto tiende a deformarse llegando a tener trabajabilidad

Referente al cuarto punto objetivo específico en comparar resultados de concreto patrón versus concreto con adición de ceniza de cáscara de palma en 2%, 4%, 6%, 8% que dio mejor óptimo en diseño para ensayos experimentales



**Fig. 25.** Comparación de resultados óptimos a los 28 días

Nota: La figura 25, se obtiene resultado óptimo adicionando 4% de CCP ensayados a los 28 días de curado alcanza el óptimo diseño arrojando para resistencia compresión un valor de 230.96 kg/cm<sup>2</sup>, para tracción 28.19 kg/cm<sup>2</sup>, para flexión nos arroja 40.77 kg/cm<sup>2</sup>.



**Fig. 26.** Comparación de resultados en módulo de elasticidad a los 28 días

Nota: Figura 26, un resultado en módulo partiendo desde patrón con 218346.11 kg/cm<sup>2</sup>, con adición al 2% arrojando 220456.39 kg/cm<sup>2</sup>, al 4% con un valor de 229402.32 kg/cm<sup>2</sup>, con adición al 6% muestra un resultado de 211701.02 kg/cm<sup>2</sup>, por último, con adición al 8% de CCP arroja un valor de 180005.53 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.2. Discusiones

**OE<sub>1</sub>:** En el análisis químico de la ceniza de cáscara de palma a una temperatura de 900°C, se encontró un contenido elevado de sílice del 70.25% en  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ . pero si comparamos las investigaciones dados por Asnida et al., [11], En este estudio, se llevó a cabo un proceso a 700°C durante una hora, seguido de la evaluación de porcentajes del 20%, 40% y 50% como sustitutos del POFA en el concreto. Es importante destacar que este reemplazo condujo a un aumento en la resistencia del concreto, atribuible al nivel puzolánico que ofrece este tipo de ceniza. Por lo tanto, este estudio respalda la investigación previa al demostrar los efectos positivos de la ceniza de cáscara de palma en el concreto. Mohammad., [13], donde refleja su estudio realizado a temperatura de 400°C donde se trabajó porcentajes del 0%, 10%, 30%, 50%, la cual en comparación al estudio efectuado la densidad tiene correlación mostrando un 1.610kg/cm<sup>3</sup> hasta un 1.935kg/cm<sup>3</sup>, con un 42. MPa, estando de acuerdo en correlación mutua a los estudios en mención. Estas nuevas técnicas constructivas novedosas van tomando mucha demanda en los aspectos constructivos.

**OE<sub>2</sub>:** La composición de la mezcla del concreto estándar con una resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> resultó en una resistencia a la compresión de 218.19 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 22.31 kg/cm<sup>2</sup> y flexión de 31.67 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Además, el módulo de elasticidad a los 28 días se estableció en 218346.11 kg/cm<sup>2</sup>. Es por ello que si analizamos las investigaciones de Sánchez., [10], en resultados en peso específicos variando en porcentajes similares realizadas en laboratorio de concreto, utilizando adiciones del 0.75%, 1.50%, 2.25%, 3.00% en relación del peso del cemento, demostrando que la CCA al 5% nos da un valor determinado en compresión de 252.17kg/cm<sup>2</sup>, apoyando a esta investigación, según los estudios de Kumar et al., [15] defiende la investigación demostrada, utilizando ceniza en porcentajes del 10% a 50%, en sus resultados que un 30% de POFA, aumenta su resistencia, por ultima comparación de resultados el estudio de Aziz et al., [14], muestra la importancia de que brinda esta ceniza en adiciones del 25% y 50% en remplazo de la arena, en sus

resultados tuvo un rango de 600mm, determinando que si respaldan este estudio ya que la ceniza aporta propiedades únicas en su composición para mezclas en el concreto.

**OE<sub>3</sub>:** El diseño de concreto que incluye un 2% de CCP mostró una resistencia a la compresión de 225.48 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 25.37 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 36.19 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de elasticidad de 220456.39 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Al aumentar la adición al 4%, la resistencia a la compresión fue de 230.96 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 28.19 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 40.77 kg/cm<sup>2</sup> y el módulo de elasticidad de 229402.32 kg/cm<sup>2</sup>. Con un incremento al 6%, la resistencia a la compresión fue de 211.83 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 24.84 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 35.19 kg/cm<sup>2</sup>, y el módulo de elasticidad de 211701.02 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, al utilizar un 8% de adición, la resistencia a la compresión fue de 189.60 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 21.06 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 31.72 kg/cm<sup>2</sup>, y el módulo de elasticidad de 180005.53 kg/cm<sup>2</sup>. Es por ello los estudios investigados por Salam et al., [12] este estudio demuestra que adicionando un 0.30% de POFA por peso del cemento, en sus resultados indican que la segregación varía del 9% al 18.9%, el máximo índice de segregación es de 18% y el factor de segregación es hasta el 20%, quedando demostrado que si apoya en lo investigado ya que se asemeja en los resultados mostrados. Por otro estudio si se muestra a Loayza y López., [16], defiende lo investigado ya que en consistencia y densidad tiende como resultado para ambas cenizas tanto en arroz y palma muestran diferentes resistencias, concluyeron que la ceniza de arroz tiene un rango del 5% y 10% donde refleja un aumento a la compresión, y en cambio en ceniza de palma la resistencia a compresión disminuye un 26kg/cm<sup>2</sup>, decae su resistencia determinadamente, quedando en desacuerdo con la investigación demostrada. Camilo y Sepúlveda., [17], nos menciona que en su estudio se reemplazó en el cemento, en dosificación del 10%, 20%, 40%, 60%, 70%, en sus resultados se reflejó una buena permeabilidad y la porosidad aumento de reemplazo de CCPA, respaldando la investigación efectuada, acotando que la CCA es buena opción para incluirlo como aglomerante al diseño de mezcla, generando buenos efectos, gracias a los antecedentes demostrados.

**OE4:** Se planea realizar una comparación entre el concreto estándar y el concreto con adición de CCP. Al agregar un 4% de CCP y realizar ensayos a los 28 días de curado, se logra un diseño óptimo que resulta en una resistencia a la compresión de 230.96 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 28.19 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 40.77 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de elasticidad de 229402.32 kg/cm<sup>2</sup>. Por ende si analizamos las investigaciones de Romero y Amasifuén., [18], refiere al estudio de ceniza de palma, por tratarse de ceniza se comparará resultados, ya que se asemejan por proceder los mismos ensayos determinado, en este estudio muestra que al agregar 1% muestra un valor del 93.07%, con 6% con valor en resistencia del 86.17% y con 9% con valor de 73.93%, concluyeron que el mejor porcentaje óptimo es del 1%, respaldando la investigación, seguido al estudio de Machahuay y Sayritupac., [19], apoya el estudio en mención ya que la ceniza de palmera cumplen también buena resistencia con el 0.50% de residuo para muros de ladrillo. Como ultimo aporte podemos mencionar que según los estudios de Budiea y Jaafar., [20], mencionan que respaldan la investigación demostrada, solo acotar que en este estudio se realizó 5 tipos de mezclas de concreto sustituyendo cenizas volantes en 0%, 10%, 20%, 30%, 40% al peso de cemento, en realización de cubos a los 28 días de curado, deduciendo que el concreto de menor cantidad de ceniza volante involucra una menor pérdida de masa y caída en resistencia.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

La temperatura óptima de calcinación de la ceniza de cáscara de palma se determinó como 900°C, lo que resultó en un contenido significativo de sílice del 70.25% en  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , mejorando así sus propiedades puzolánicas.

El diseño de la mezcla para el concreto estándar con resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> mostró resultados a los 28 días con una resistencia de 218.19 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 22.31 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 31.67 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de elasticidad de 218346.11 kg/cm<sup>2</sup>.

En relación al ajuste de la mezcla con adiciones del 2%, 4%, 6%, y 8% en reemplazo del cemento, se observan los siguientes resultados a los 28 días: para un 2% de CCP, se logró una resistencia a la compresión de 225.48 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 25.37 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 36.19 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de elasticidad de 220456.39 kg/cm<sup>2</sup>. Al utilizar un 4%, la resistencia a la compresión fue de 230.96 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 28.19 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 40.77 kg/cm<sup>2</sup> y módulo de elasticidad de 229402.32 kg/cm<sup>2</sup>. Con un 6%, la compresión fue de 211.83 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 21.84 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 35.19 kg/cm<sup>2</sup> y módulo de elasticidad de 211701.02 kg/cm<sup>2</sup>. Finalmente, al emplear un 8%, la compresión fue de 189.60 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 21.06 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 31.72 kg/cm<sup>2</sup> y módulo de elasticidad de 180005.53 kg/cm<sup>2</sup>.

Al incluir un 4% de CCP en los ensayos realizados a los 28 días de curado, se logra un diseño óptimo con resultados destacados en resistencia a la compresión de 230.96 kg/cm<sup>2</sup>, tracción de 28.19 kg/cm<sup>2</sup>, flexión de 40.77 kg/cm<sup>2</sup> y un módulo de elasticidad de 229402.32 kg/cm<sup>2</sup>, lo que demuestra mejoras significativas en los experimentos realizados.

## 4.2. Recomendaciones

Realizar el quemado en la zona que se obtiene la OPS, además usar un horno industrial para poder tener un quemado a una temperatura uniforme, también otro tipo de ensayos químicos en espectrometría fluorescencia de rayos X de energía dispersa, ya que son ensayos más detallados para determinar sus propiedades de la ceniza cáscara de palma.

Realizar ensayos con una clasificación exhaustiva de los agregados a utilizar, y poder así probar con otra resistencia con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'c = 320$ , etc.

Llevar a cabo otros ensayos a los especímenes de muestra, como: ensayo de absorción de agua para probar si mejora en permeabilidad, ensayo de ultrasonido para evaluar la homogeneidad de la probeta, Ensayo de desgaste de abrasión, entre otros.

Comparar resultados con otras resistencias de concreto, además de hacer un análisis comparativo costo beneficio para poder conocer si es un beneficio.

## REFERENCIAS

- [1] A. N. Rizalman, M. K. M. Bisi, S. M. S. A. Razak and M. E. Mohamad, "Propiedades del hormigón autocompactante que contiene cenizas combustibles de aceite de palma y cenizas de cáscara de arroz," *Materiales clave de ingeniería*, vol. 943, pp. 201 - 211, 2023.
- [2] N. A. Razeman, Z. Itam, S. Beddu, N. S. M. N. Izam, M. Z. Ramli, A. Syamsir, D. Mohamad and A. M.R.M, "Revisión de la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del hormigón con cenizas de residuos agrícolas como material de sustitución del cemento," *IOP Conference Series: Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente*, vol. 1135, p. 17551307, 2023.
- [3] Y. Lin, U. J. Alengaram and Z. Ibrahim, "Efecto de las cenizas de cáscara de arroz tratadas y no tratadas, las cenizas combustibles de aceite de palma y las cenizas de bagazo de caña de azúcar sobre las características mecánicas, de durabilidad y de microestructura del hormigón mezclado: una rev," *Journal of Building Engineering*, vol. 78, p. 107500, 2023.
- [4] J. Gudainyan and K. Kishore, "Una revisión sobre la resistencia del hormigón de cemento incorporado con residuos agrícolas.," *Materials Today: Actas*, vol. 78, pp. 396 - 402, 2023.
- [5] H. U. Ahmed, R. R. Mostafa, A. Mohammed, P. Sihag and A. Qadir, "Admite regresión vectorial (SVR) y optimización del lobo gris (GWO) para predecir la resistencia a la compresión del concreto geopolímero basado en GGBFS," *Neural Computing and Applications*, vol. 35, no. 3, pp. 2909 - 2926, 2023.
- [6] A. Jafari, S. Ghanbari, A. A. Shahmansouri and H. Akbarzadeh Bengar, "Predicción de la resistencia a la compresión del concreto agregado liviano de cáscara de palma de aceite de alta resistencia utilizando métodos de aprendizaje automático," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 30, no. 1, pp. 1096 - 1115, 2023.
- [7] M. Esmaili-Falak, W. Zhu, L. Huang and L. Mao, "Predicción de la resistencia a la compresión uniaxial del hormigón de agregados livianos de cáscara de palma aceitera utilizando algoritmos basados en inteligencia artificial," *Concreto Estructural*, vol. 23, no. 6, pp. 3631 - 3650, 2022.
- [8] V. S. Nadh, G. S. Vignan, H. K. and A. Rajani, "Propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto liviano tratado con cáscara de palma aceitera," *Materials Today: Proceedings*, vol. 47, pp. 282 - 285, 2021.

- [9] H. M., b. Skariah Thomas, B. Tayeh, Y. M., K. Mutusamia and J. Yang, "Uso de la cáscara de palma aceitera como agregado en el concreto de cemento: una revisión," *Construcción y materiales de construcción*, vol. 265, p. 120357, 2020.
- [10] J. L. Carlos Sanchez, "Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con el uso de cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera," Pimentel, 2023.
- [11] A. Arif, H. Asrah, A. N. Rizalman and S. Dullah, "Las propiedades del cemento mezclado que contiene cenizas de combustible de aceite de palma," *Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales*, vol. 495, no. 1, p. 012092, 2019.
- [12] M. A. Salam, M. Safiuddin and M. Z. Jumaat, "Resistencia a la segregación del hormigón autocompactante que incorpora ceniza de combustible de aceite de palma," *Actas, Conferencia Anual - Sociedad Canadiense de Ingeniería Civil*, vol. 2019, p. 157930, 2019.
- [13] M. M. U. Islam, "Un estudio sobre la implementación integrada de material cementicio suplementario y agregado grueso para un concreto sustentable," *Journal of Building Engineering*, vol. 73, p. 106767, 2023.
- [14] F. N. A. A. Aziz, A.-G. N. Abbas, I. k. min, K. Aramugam, N. A. M. Nasir and T. H. Ley, "Propiedades del Concreto Sustentable que Contiene Diferentes Porcentajes y Partículas de Ceniza de Palma Aceitera como Reemplazo Parcial de Arena," *Pertanika Journal of Science and Technology*, vol. 31, no. 4, pp. 1645 - 1667, 2023.
- [15] P. Kumar, D. C. K. Jagarapu, N. S. Babu, P. K. Jogui and Raju, "Utilización de cenizas de combustible de aceite de palma en hormigón.," *Actas de la conferencia AIP*, vol. 2759, p. 060008, 2023.
- [16] J. B. Loayza Linares and B. A. Lopez Rosales, "Cenizas de residuos agrícolas como reemplazo parcial de cemento para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto estructural," Lima, 2022.
- [17] C. A. M. Martelo and J. A. S. medina, "Efecto de la ceniza de cuesco de palma africana como micro material en concretos," 2022.
- [18] J. Romero López and R. E. Amasifuén Pashanasi, ""Diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión, san Martín – 2020"," Tarapoto, 2021.
- [19] J. A. Andia Machahuay and J. D. Sayritupac Rodríguez, "Propiedades físico-mecánicas en muros de ladrillo artesanal adicionando ceniza de algodón-hoja de palmera datilera, Ica-2022," Lima Norte, 2022.

- [20] A. M. A. Budiea, N. W. Azhar, M. S. Jaafar and N. F. Arifin, "Propiedades de durabilidad del concreto con agregados livianos dcáscara de palma aceitera que contiene cenizas volantes como reemplazo parcial del cemento.," *Materials Today: Actas*, vol. 41, pp. 56 - 60, 2020.
- [21] F. B. M. Yahaya, H. M., A. A. Al-Attar and B. Tayeh, "Optimización de la resistencia del concreto liviano que contiene nano cenizas de combustible de aceite de palma y clínker de aceite de palma utilizando el método de superficie de respuesta," *Casos de estudio en materiales de construcción*, vol. 16, p. e01061, 2022.
- [22] L. M. Pacheco Flores, "Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido," *Moquegua*, 2019.
- [23] J. S. Rivera Cervantes and G. J. Camacllanqui Ccoillar, "Estabilización de la subrasante incorporando cenizas de madera y fibra de coco en la Av. Andrés Avelino Cáceres, Huancavelica-2021," *Lima Norte*, 2021.
- [24] F. S. A. Ghaffar, M. Z. SS, S. S., F. Mohamed Nazari, M. Abdul Rahim, M. A. Mohammad Azmi, N. Abdul Rahman and I. MHW, "Propiedades mecánicas del concreto que contiene cenizas de combustible de aceite de palma sin tratar y polvo de cáscara de huevo," *Apuntes de Clase en Ingeniería Civil*, pp. 259 - 270, 2021.
- [25] E. V. B. Bustos, J. S. C. Gómez and D. A. R. Gil, "Incidencia de la ceniza de cuesco de palma aceitera en morteros y concretos hidráulicos," *IBAGUÉ*, 2021.
- [26] K. G. Santosh, S. M. Subhani and B. A., "Reciclaje de cenizas de combustible de aceite de palma y cenizas de cascarilla de arroz en la producción más limpia de hormigón," *Journal of Cleaner Production*, vol. 354, p. 131736, 2022.
- [27] J. A. S. Medina and C. A. M. Martelo, "Efecto de la ceniza de cuesco de palma africana como micro material en concretos," *CARTAGENA DE INDIAS*, 2022.
- [28] H. M. Hamada, K. N. Abdulhaleem, A. Majdi, M. S. Al Jawahery, B. Skariah Thomas and S. T. Yousif, "La durabilidad del hormigón producido a partir de materiales puzolánicos como sustituto parcial del cemento: una revisión integral," *Materiales hoy: Actas*, p. 22147853, 2023.
- [29] A. D. Deltanto, N. Handika and b. o. b. sentosa, "Respuesta de carga-desplazamiento en muestra cúbica de cáscara de palma aceitera con concreto de cenizas volantes usando sistema de correlación de imágenes digitales," *Actas de la conferencia AIP*, vol. 2376, p. 040007, 2021.
- [30] A. Kan, M. Haq and T. Naqvi, "Hacia la mejora de las propiedades del hormigón mezclado con sílice," *Apuntes de clase en ingeniería civil*, vol. 269, no. 284689, pp. 707 - 717, 2022.

- [31] M. K. S. Bakar, N. H. Othman, M. S. Sainudin and F. S. M. K. Khalid, "Utilización de ceniza de concha de mejillón y ceniza de hojas de aceite de palma como aditivo en el concreto," *Revista Internacional de Ingeniería Integrada*, vol. 12, no. 8, pp. 310 - 317, 2020.
- [32] J. Sidhu and P. Kumar, "Concreto hidrofóbico: una revisión," *Apuntes de clase en ingeniería civil*, vol. 269, no. 284689, pp. 291 - 302, 2022.
- [33] A. Al Shwaiter and H. Awang, "El Comportamiento de los Diferentes Tipos de Paneles de Carga de Espuma de Concreto que Utilizan Ceniza Combustible de Aceite de Palma como Reemplazo de la Arena," *Revista iraní de ciencia y tecnología - Transacciones de ingeniería civil*, vol. 46, no. 4, pp. 2873 - 2883, 2022.
- [34] K. Mutusamia, M. S. Jaafar, N. W. Azhar, N. Zamri, N. Samsuddin, A. M. Albshir Budiya and M. F. Mohd Jaafar, "Propiedades del hormigón con agregados ligeros de cáscara de palma de aceite que contiene cenizas volantes como reemplazo parcial del cemento," *Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales*, vol. 849, no. 1, p. 012048, 2020.
- [35] K. Mutusamia, A. M. A. Budiya, N. W. Azhar, M. S. Jaafar, S. M. S. Mohsin, N. F. Arifin and F. Mat Yahaya, "Propiedades de durabilidad del hormigón con agregados livianos de cáscara de palma aceitera que contiene cenizas volantes como reemplazo parcial del cemento," *Materials Today: Actas*, vol. 41, pp. 56 - 60, 2020.
- [36] G. A. Guerra Tacas, "Incorporación de cenizas de cáscara de coco para mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo a nivel de subrasante en la Ruta PE-28B, Ayacucho, 2021," Lima Norte, 2022.
- [37] W. A. S., M. K., H. MH, A. B. AM and A. NF, "Efecto de la ceniza de combustible de aceite de palma sin moler como reemplazo parcial de arena en la resistencia a la compresión del concreto liviano de cáscara de palma de aceite," *Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales*, vol. 712, no. 1, p. 012034, 2020.
- [38] B. A. Mollo Escalante and J. L. Rosas Lipa, "Influencia del agregado grueso sobre las propiedades del concreto de resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>," 2019.
- [39] K. H. Mo, A. A. Jhatial, p. W. Goh and N. Mohamad, "Incorporación de cenizas de combustible de aceite de palma y polvo de cáscara de huevo como materiales cementicios suplementarios en hormigón celular sostenible," *Tehnicki Vjesnik*, vol. 27, no. 5, pp. 1394 - 1402, 2020.
- [40] P. Kumar, D. Pasla and J. S. T., "Hormigón ligero autocompactante y sus propiedades: una revisión," *Construcción y materiales de construcción*, vol. 375, p. 130861, 2023.

- [41] T. Z. Ting, M. Z. Ting, M. E. Rahman and V. Pakrashi, "Cenizas de combustible de aceite de palma: aplicaciones potenciales innovadoras como materiales sostenibles en el hormigón," Enciclopedia de materiales renovables y sostenibles: Volumen 1-5, Vols. 1-5, pp. 848 - 857, 2020.
- [42] E. Ayuque Gomez, "Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cementos comerciales en la ciudad de Huancavelica," 2019.
- [43] D. D. Castro Gallardo and J. J. Alfaro Pérez, "Análisis comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del concreto de resistencias  $f'c = 210, 280, 350 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo," 2019.
- [44] C. A. Miranda Centeno and M. E. Rado Moreno, "Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac.," 2019.
- [45] M. Zhang and M. Deng, "Comportamiento a la tracción de materiales compuestos reforzados con textiles hechos de hormigón reforzado con fibras de alta ductilidad y carbón textiles," Journal of Building Engineering, vol. 57, p. 104824, 2022.
- [46] T. Z. H. Ting, M. E. Rahman and H. H. Lau, "Hormigón autocompactante ligero sostenible a partir de cáscara de palma de aceite y cenizas volantes," Construcción y materiales de construcción, vol. 264, p. 120590, 2020.
- [47] R. J. Yapuchura Platero, "Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agregado de la cantera Arunta – Tacna.," 2019.
- [48] M. N. Akmal, A. Zawawi, A. PP Abdul Majeed, R. Muazu Musa and A. Mokhtar Albshir Budiya, "Propiedades mecánicas del concreto de agregados livianos de residuos de palma de aceite con cenizas volantes como reemplazo de agregados finos," Journal of Building Engineering, vol. 27, p. 100924, 2020.
- [49] P. Li, W. Lu, X. An, L. Zhou, X. Han, S. Du and C. Wang, "Estudio experimental y modelo analítico de la estructura porosa de morteros modificados con látex epoxi," Informes científicos, vol. 12, no. 1, p. 5822, 2022.
- [50] M. A., Y. M. Amran and A. Akush, "Investigación del rendimiento de la ceniza de cáscara de palmiste en la producción de hormigón de alta resistencia," Computers and Concrete, vol. 26, pp. 577 - 585, 2020.
- [51] M. P. Alias and T. Juan, "Efecto de las fibras de desecho de alfombras y las cenizas de combustible de aceite de palma en el concreto autocompactante," Lecture Notes in Civil Engineering, vol. 97, pp. 271 - 279, 2021.

- [52] R. Hernández Sampieri, "Metodología de la investigación," Sexta edición, Mexico, 2019.
- [53] C. universitario, "RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 053-2023/PD-USS," Pimentel, 2023.
- [54] S. M. S. A. Razak, M. K. M. Bisi, M. E. Mohamad and A. N. Rizalman, "Propiedades del hormigón autocompactante que contiene cenizas de combustible de aceite de palma y cenizas de cáscara de arroz," *Materiales clave de ingeniería*, vol. 943, pp. 201 - 211, 2023.
- [55] R. Hernández Sampieri, "Metodología de la investigación," Sexta edición, Mexico, 2018.

## **ANEXOS**

### **Índice de anexos**

Anexo 1. Ensayos físicos y químicos de la ceniza de cáscara de palma .....	57
Anexo 2. Informes de Laboratorio Ensayos Químicos de ceniza de cáscara de palma ....	59
Anexo 3. Procedimientos de ensayos de laboratorio en mecánica de concreto.....	74
Anexo 4. Ensayos de laboratorio a resistencia 210kg/cm <sup>2</sup> para patrón .....	79
Anexo 5. Ensayos de laboratorio diseño de mezcla patrón más adiciones de CCP.....	83
Anexo 6. Instrumento de calibración de los materiales.....	99
Anexo 7. Informe de ensayo de agregado grueso .....	123
Anexo 8. Informe de ensayo de agregado fino .....	127
Anexo 9. Informe de ensayo de diseño de mezcla .....	131
Anexo 10. Juicio de expertos .....	133
Anexo 11. Instrumento de validación estadística con criterio jueces expertos y criterio de muestra piloto .....	138

## Anexo 1. Ensayos físicos y químicos de la ceniza de cáscara de palma

### Secamiento de muestras y pesado



Secado de muestras de las diferentes temperaturas.



Muestras en horno para secado



Pesaje de muestras de ceniza a diferentes temperaturas

## Proceso de óxido de calcio



Elementos para el proceso de Oxido de Calcio.



Ensayos de laboratorio para ensayos físico químicos.

## **Anexo 2. Informes de Laboratorio Ensayos Químicos de ceniza de cáscara de palma**



### **INFORME DE ENSAYO N° 635 – 2023 RIVELAB**

**Solicitud de servicio:** 100522CNZ

<b>Tesista:</b>	Reque Llontop Raúl Eliezer
<b>Título de tesis:</b>	Evaluación del comportamiento mecánico del concreto con cenizas de cáscara de palma
<b>Procedencia de la muestra:</b>	Muestra proporcionada por el cliente
<b>Propósito de servicio:</b>	Análisis físicos químicos
<b>Código de muestra:</b>	Ceniza de cáscara de palma.
<b>Cantidad de muestra:</b>	04 bolsas selladas herméticamente con 200g de muestra
<b>Lugar de toma de muestra:</b>	Sector La Victoria – Chiclayo / Lambayeque
<b>Ensayo específico:</b>	Determinación Analíticas en Calizas

#### **FUNDAMENTO TEORICO**

Es importante conocer su composición como paso inicial de una serie de operaciones que se realizan a nivel industrial, desde la simple extracción, hasta su uso como material de agregados del cemento y derivados. Para realizar un análisis completo y de manera más rápida, es importante partir de una misma cantidad de muestra,  $(W_2 - W_1)$ , para simplificar la secuencia de las determinaciones posteriores.

#### **1.DETERMINACION DE LA DENSIDAD. METODO POR PICNOMETRIA:**

El presente método permite determinar la gravedad específica de la caliza, cal viva o cal hidratada (cal apagada), así como de cualquier material sólido geométrico o amorfo.

**CALCULOS:**

$$\text{Gravedad Específica (s.g.)} = \frac{P_3 - P_1}{P_2 - P_1} \quad (1)$$

$$\text{Densidad (g / mL)} = \text{s.g.} * (D_{H_2O}) \quad (2)$$

Donde:

$P_3$  = peso del picnómetro con sólido y agua, en g.

$P_2$  = peso del picnómetro con agua hasta el enrase, en g.

$P_1$  = peso del picnómetro vacío, en g

s.g. = gravedad específica

$D_{H_2O}$  = densidad del agua a 20°C = 0,9982 g/mL.

**2.DETERMINACION DE LA SILICE. METODO STANDARD DEL  $\text{SiO}_2$** 

El presente método presenta 2 partes bien marcadas:

- Determinar el material insoluble (incluye el  $\text{SiO}_2$ ), realizando un doble ataque hasta sequedad con HCl cc, para obtener  $\text{SiO}_2$  en forma insoluble, incluyendo además sílica libre, feldespato, etc.
- Realizar la volatilización del residuo insoluble con ácido fluorhídrico, para determinar el % $\text{SiO}_2$  por diferencia de pesos.

**A. DETERMINACION DE INSOLUBLE TOTALES INCLUYENDO  $\text{SiO}_2$** 
**MATERIALES Y REACTIVOS:**

- Crisol de porcelana refractaria.
- Vaso de precipitación 100 mL
- Plancha de calentamiento.
- Desecador
- Balanza analítica sensibilidad 0,1 mg
- Mufla eléctrica.
- Ácido Clorhídrico cc y diluido (1:1) y 1N
- Papel filtro sin cenizas.

**PROCEDIMIENTO:**

- Tomar un crisol limpio y seco y pesar en balanza analítica ( $W_1$ ).
- Depositar aproximadamente 0,5 g en el crisol y pesar exactamente en balanza analítica ( $W_2$ ).
- Llevar a calcinación en mufla a 950 °C durante mínimo 15 min hasta completa descomposición.
- Transferir a un vaso de 100 mL con ayuda de 10 mL de agua destilada.
- Adicionar 10 mL de HCl cc y digerir con calentamiento suave hasta completa disolución.
- Evaporar a sequedad. Dejar enfriar.
- Adicionar 20 mL de HCl 1:1 y colocar en baño maría durante 10 min.
- Filtrar en papel sin cenizas realizando lavados con pequeños volúmenes de HCl 1N caliente.
- Realizar 02 lavados con agua caliente. Conservar el papel conteniendo el residuo.
- Evaporar el filtrado hasta sequedad y adicionar 2 mL de HCl cc y 20 mL de agua destilada.
- Calentar y realizar una segunda filtración.
- Guardar los filtrados** para determinar Fe, Al, Ca y Mg.
- Colocar los 02 papeles filtro en el mismo crisol y llevar calcinación a 1000 °C por 30 min.
- Enfriar en desecador y pesar en balanza analítica ( $W_3$ ). El incremento de peso es materia insoluble incluyendo el  $\text{SiO}_2$
- Calcular la materia insoluble total según:

$$\% \text{ Materia Insoluble} = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1} * 100$$

## B. DETERMINACION DE LA SILICE SiO<sub>2</sub> INSOLUBLE

1. Adicionar al residuo calcinado anterior: 5 mL de agua destilada, 5 mL de HF y 2 gotas de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> cc.
2. Evaporar a sequedad en plancha y luego en mufla a 1000 °C durante 2 ó 3 min.
3. Enfriar en desecador y pesar en balanza analítica (W<sub>4</sub>).
4. La diferencia entre esta masa (W<sub>4</sub> - W<sub>1</sub>) y la materia insoluble total (W<sub>3</sub> - W<sub>1</sub>), es la masa de sílice SiO<sub>2</sub>
5. Calcular la sílice insoluble según:  $\% \text{ SiO}_2 = \frac{W_3 - W_4}{W_2 - W_1} * 100$

## 3. DETERMINACION DE OXIDOS COMBINADOS (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

Los óxidos combinados están dados por aquellos metales que forman precipitados con el NH<sub>4</sub>OH, los cuales al ser calcinados forman sus respectivos óxidos, es decir óxidos de fierro y aluminio, así como trazas de penta óxidos de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), dióxido de titanio (TiO<sub>2</sub>), y oxido de manganoso (Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), los cuales son a menudo despreciados.

### PROCEDIMIENTO:

1. Tomar el filtrado obtenido en insolubles totales y adicionar 10 mL de HCl cc y diluir en una fiola hasta 250 mL con agua destilada.
2. Colocar en un vaso de 400 mL y adicionar 4 gotas de anaranjado de metilo.
3. Calentar a ebullición y adicionar gota a gota NH<sub>4</sub>OH (1:1) hasta que tome el color amarillo.
4. Hervir la solución con el precipitado durante 1 min.
5. Enfriar y dejar que el precipitado se asiente. (máximo 5 min.) y filtrar.
6. **Guardar el filtrado** para determinar calcio y magnesio.
7. Lavar el precipitado 02 veces con solución caliente de NH<sub>4</sub>Cl al 2%.
8. Colocar el precipitado en un crisol previamente pesado (W<sub>c</sub>)
9. Llevar a calcinación en mufla a 1050 °C. Enfriar en desecador.
10. Pesar en balanza analítica (W<sub>f</sub>). El incremento de peso representa la alúmina y al oxido de fierro.
11. Calcular los óxidos combinados totales según:  $\% \text{ Óxidos Combinados} = \frac{W_f - W_c}{W_2 - W_1} * 100$

## 4. DETERMINACION DEL Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. METODO STANDARDIZADO

Implica diluir primero los óxidos combinados con HCl cc, para luego reducir los iones férricos a ferrosos usando al SnCl<sub>2</sub> como agente reductor, el cual deberá ser también eliminado de la solución con HgCl<sub>2</sub> para finalmente ser titulado con una solución Standard de KMnO<sub>4</sub> 0,050 N.

### PROCEDIMIENTO:

1. Tomar el crisol conteniendo a los óxidos combinados totales y adicionar 10 mL de HCl cc.
2. Transferir a un vaso de 400 mL y calentar a ebullición hasta disolución total del Fe.
3. Agregar gota a gota y en caliente SnCl<sub>2</sub> hasta desaparición del color amarillo más 1 gota.
4. Enfriar y adicionar de una sola vez 10 mL de solución saturada de HgCl<sub>2</sub>, el color debe ser blanco sedoso y en pequeña cantidad. Si no aparece precipitado es porque la reducción no ha sido completa. Evitar exceso de SnCl<sub>2</sub> porque produciría precipitado pardo que indica mercurio elemental por lo que tendríamos que repetir el análisis.
5. Agitar y diluir hasta 300 mL con agua destilada.
6. Transferir a un matraz de 1 L y añadir 10 mL de reactivo de Zimmerman – Reinhard.
7. Titular con solución Standard de KMnO<sub>4</sub> 0,0500 N hasta aparición de un color rosado persistente.
8. Calcular el óxido de fierro según:

$$\% \text{ Fe}_2\text{O}_3 = \frac{0.399 * \text{mL de KMnO}_4 * N_{\text{KMnO}_4}}{W_2 - W_1}$$

## 5. DETERMINACION DE ALUMINA (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) POR DIFERENCIA.

Se basa en la determinación previa de los óxidos combinados y del Fe, para luego obtener la cantidad de alúmina por diferencia de pesos. El aluminio presente se reporta como % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> respecto a la muestra original. Así tenemos:

$$\begin{aligned} W_{\text{óxidos comb.}} &= W_{\text{Fe}_2\text{O}_3} + W_{\text{Al}_2\text{O}_3} \\ W_{\text{Al}_2\text{O}_3} &= W_{\text{OC}} - W_{\text{Fe}_2\text{O}_3} \end{aligned}$$

Entonces:

$$\% \text{ Al}_2\text{O}_3 = \frac{W_{\text{OC}} - W_{\text{Fe}_2\text{O}_3}}{W_2 - W_1} * 100$$

## 6. DETERMINACION DE LA CAL VIVA (CaO). METODO VOLUMETRICO

El método requiere primero disolver el calcio presente utilizando un ácido inorgánico fuerte en caliente para asegurar la disolución, para posteriormente precipitarlo con oxalato de amonio, siendo luego este nuevamente disuelto y valorado con una solución Standard de KMnO<sub>4</sub>.

### PROCEDIMIENTO:

1. Colocar el filtrado guardado de la determinación óxidos combinados, en un vaso de 250 mL.
2. Acidular ligeramente con HCl y calentar hasta ebullición.
3. Agregar poco a poco oxalato de amonio (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> al 5% hasta precipitación completa.
4. Dejar reposar en caliente por algunas horas.
5. Filtrar recibiendo el filtrado en un vaso de 600 mL. Lavar el precipitado varias veces.
6. **Guardar el filtrado** para determinar oxido de magnesio.
7. Colocar el papel filtro conteniendo al precipitado en vaso de 400 mL.
8. Agregar 20 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:4) y 200 mL de agua destilada. Calentar a ebullición durante 5 min.
9. Titular en caliente con una solución Standard de KMnO<sub>4</sub> 0,0500 N, hasta coloración rosa permanente.
10. Determinar el % CaCO<sub>3</sub> ó % CaO presente según:

$$\% \text{ CaCO}_3 = \frac{5 * \text{mL KMnO}_4 * N_{\text{KMnO}_4}}{W_2 - W_1}$$

$$\% \text{ CaO} = \frac{2.8 * \text{mL KMnO}_4 * N_{\text{KMnO}_4}}{W_2 - W_1}$$

## 7. DETERMINACION DEL OXIDO DE MAGNESIO. METODO DEL PIROFOSFATO.

Para su determinación tenemos que precipitarlo con una solución amoniacal bajo la forma de fosfato de amonio y magnesio hexahidratado, para luego transformarlo por calcinación a pirofosfato, puesto que es más estequiométrica que la sal hidratada.

### MATERIALES Y REACTIVOS:

- Filtrado de la determinación de CaO.
- Solución de NH<sub>4</sub>OH 1:9
- Varilla de agitación
- Solución de Fosfato amónico al 10 %
- Vaso Precipitación de 250 mL.

### PROCEDIMIENTO:

1. Colocar el filtrado guardado de la determinación de CaO, en un vaso de 250 mL.
2. Calentar a ebullición por 10 min, para eliminar el posible exceso de amonio. Enfriar.
3. Adicionar 3 gotas de fenolftaleína y 25 mL de solución de fosfato amónico al 10%.
4. Agregar poco a poco 30 mL de NH<sub>4</sub>OH (1:9), hasta medio alcalino en constante agitación.
5. Completada la precipitación agregar todo el NH<sub>4</sub>OH si todavía hubiera. Dejar reposar toda la noche.
6. Filtrar y lavar varias veces el precipitado con NH<sub>4</sub>OH (1: 9). Descartar el filtrado.
7. Colocar el papel filtro con el precipitado en crisol de porcelana previamente pesado (Wc).
8. Secar primero en plancha y luego a calcinación durante 2 horas en mufla que esta al rojo brillante.
9. Enfriar y pesar el residuo (Wcf), el cual debe ser de color blanco.
10. Calcular el magnesio que está bajo la forma Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>.
11. Reportar el MgO, a partir del Mg<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> obtenido, utilizando:

$$W_{Mg_2P_2O_7} = (W_{cf} - W_c)$$

$$W_{MgO} = W_{Mg_2P_2O_7} * 0,362$$

$$\% MgO = \frac{W_{Mg_2P_2O_7} * 0.362}{W_2 - W_1} * 100$$

### 8.DETERMINACION DE LA CALIDAD DE LA CAL

Es de sumo interés conocer exactamente las características de una cal, no solamente por su aporte de basicidad, sino porque es clave conocer su capacidad para hidratarse en agua. Resulta evidente entonces que para realizar una operación de manera más eficiente necesitamos utilizar una cal con la más alta reactividad al agua.

Cabe resaltar asimismo que normalmente el óxido de calcio total esta dado por la suma de:

- a. **Calcio crudo:** Es el CaO contenido en el CaCO<sub>3</sub>, llamado también como CaO crudo. Es el Ca que no logró llegar a su estado de disociación y cuya basicidad que aporta es menor que pH 9
- b. **Calcio quemado:** Es el CaO formado por una calcinación por encima de la temperatura adecuada y necesaria para la descomposición del CaCO<sub>3</sub>, por lo que se enlaza a otras impurezas, ( SiO<sub>2</sub> y Al ), formando una escoria que no tiene tendencia a hidratarse cuando se le pone en contacto con agua.
- c. **Calcio Reactivo:** Es el CaO reactivo, cal libre, cal disponible, cal útil, etc. Es el aporta el máximo de basicidad por encima de pH 12,5, y es capaz de hidratarse fácilmente aun con la humedad relativa ambiental.

Existen técnicas tanto volumétricas como gravimétricas para cuantificar el contenido de CaO total, así como el CaO libre, por lo tanto el contenido de cal quemada es deducible fácilmente por diferencia.

### 9. DETERMINACION DEL CaO LIBRE O APROVECHABLE. SEGÚN NORMA ASTM C 25-88.

La muestra analizada es hidratada y dispersada con agua destilada, para después solubilizarla por reacción con una solución azucarada formando sacarato de calcio. Estando bajo esta forma entonces podemos determinarlo por titulación con una solución de ácido estandarizado, en presencia del indicador fenolftaleína.

### REACTIVOS:

- Solución estándar de HCl 0,1782 N.
- Solución de NaOH 0,1 N
- Fenolftaleína al 4%: Disolver 4 g de fenolftaleína en 100 mL de alcohol al 95%.
- Solución de Sacarosa:  
Para cada muestra: Disolver 20 g de azúcar con 40 mL H<sub>2</sub>O destilada libre de CO<sub>2</sub> en vaso de 250 mL.  
Agregar 3 gotas de fenolftaleína y neutralizar con NaOH 0,1 N hasta color ligeramente grosella.  
Si se preparara para varias muestras, tener en cuenta que sólo se puede almacenar 2 días.

### PROCEDIMIENTO PARA CAL VIVA:

1. Tomar un matraz Erlenmeyer de 250 mL y adicionar 10 mL de agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.
2. Colocar en el matraz 0,5 g de muestra previamente molida y pasada bajo 100 mallas ASTM y tapar el matraz inmediatamente.
3. Retirar el tapón y colocar el matraz en plancha de calentamiento e inmediatamente agregar 50 mL de agua hirviendo libre de CO<sub>2</sub>.
4. Agitar y hervir por 1 minutos para completar la hidratación.
5. Retirar el matraz, colocar el tapón y enfriar hasta temperatura ambiente.
6. Agregar 50 mL de solución de azúcarada de caña neutra.
7. Tapar el matraz y agitar. Dejar reposar 15 min. (no debe ser menor a 10, ni mayor a 20 min).
8. Agitar a intervalos de 5 minutos, manteniendo siempre el matraz tapado.
9. Destapar y agregar 5 gotas de fenolftaleína al 4%.
10. Lavar el tapón hacia el interior del matraz, con agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.
11. Titular rápidamente con solución estándar de HCl 0,1782 N, hasta que ocurra la primera decoloración del color grosella inicial, ignorando si regresa nuevamente el color.
12. Leer el gasto y determinar el % CaO aprovechable o libre.

### PROCEDIMIENTO PARA CAL APAGADA:

Es el mismo procedimiento que el utilizado para cal viva, solamente teniendo en cuenta:

- Utilizar agua fría libre de CO<sub>2</sub>.
- Omitir los pasos de ebullición (paso 4) y enfriamiento (**paso 5**).

### CALCULOS:

Para calcular el CaO tenemos: 
$$\% \text{ CaO} = \frac{2.8 \cdot N_{\text{HCl}} \cdot \text{mL gastado de HCl}}{\text{g de muestra}}$$

Para calcular el Ca(OH)<sub>2</sub> tenemos: 
$$\% \text{ Ca(OH)}_2 = \frac{3.7 \cdot N_{\text{HCl}} \cdot \text{mL gastado de HCl}}{\text{g de muestra}}$$

## INFORME DE ENSAYO N°635-2023 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 08 de agosto del 2023

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	: 100522CNZ
TESISTA	: Reque Llonop Raúl Eliezer
TITULO DE LA TESIS	: Evaluación del comportamiento mecánico del concreto con cenizas de cáscara de palma
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	: Análisis fisicoquímicos
PRODUCTO DECLARADO	: Ceniza de cáscara de palma – 850°C
CODIGO DE MUESTRA	: CNZ-01
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 bolsa sellada herméticamente con 200 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	: La Victoria - Departamento Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: Laboratorio-Trujillo / 01-08-2023
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	: 02/08/2023
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	: 08/08/2023

### ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
HUMEDAD	&	2.14
PERDIDA POR CALCINACION	%	3.80
SiO <sub>2</sub>	%	47.68
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	14.95
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.15
CaO	%	11.61
MgO		1.20
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	---	66.78

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cálculos a partir de óxidos combinados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gravimetría
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
CaO y MgO	Volumetría



Dr. JOSÉ RIVERO CORCUERA

 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519

## INFORME DE ENSAYO N°636-2023 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 08 de agosto del 2023

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	:	100522CNZ
TESISTA	:	Reque Llontop Raúl Eliezer
TITULO DE LA TESIS	:	Evaluación del comportamiento mecánico del concreto con cenizas de cáscara de palma
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	:	Análisis fisicoquímicos
PRODUCTO DECLARADO	:	Ceniza de cáscara de palma – 900 °C
CODIGO DE MUESTRA	:	CNZ-02
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente con 200 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	:	La Victoria - Departamento Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	:	Laboratorio-Trujillo / 01-08-2023
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	:	02/08/2023
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	:	08/08/2023

### ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
HUMEDAD	&	1.59
PERDIDA POR CALCINACION	%	3.0
SiO <sub>2</sub>	%	50.33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	16.12
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	3.80
CaO	%	12.10
MgO		1.13
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	---	70.25

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cálculos a partir de óxidos combinados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gravimetría
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
CaO y MgO	Volumetría



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519

**INFORME DE ENSAYO N°637-2023 RIVELAB**

Emitido en Trujillo, 08 de agosto del 2023

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	: 100522CNZ
TESISTA	: Reque Llontop Raúl Eliezer
TITULO DE LA TESIS	: Evaluación del comportamiento mecánico del concreto con cenizas de cáscara de palma
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	: Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	: Análisis fisicoquímicos
PRODUCTO DECLARADO	: Ceniza de cáscara de palma – 950°C
CODIGO DE MUESTRA	: CNZ-03
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 bolsa sellada herméticamente con 200 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	: La Victoria - Departamento Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: Laboratorio-Trujillo / 01-08-2023
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	: 02/08/2023
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	: 08/08/2023

**ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)**

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
HUMEDAD	&	1.61
PERDIDA POR CALCINACION	%	2.05
SiO <sub>2</sub>	%	40.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	14.20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.59
CaO	%	15.77
MgO		1.25
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	---	58.97

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cálculos a partir de óxidos combinados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gravimetría
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
CaO y MgO	Volumetría



 Dr. JOSE RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519

## INFORME DE ENSAYO N°638-2023 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 08 de agosto del 2023

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	:	100522CNZ
TESISTA	:	Reque Llantop Raúl Eliezer
TITULO DE LA TESIS	:	Evaluación del comportamiento mecánico del concreto con cenizas de cáscara de palma
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	:	Análisis físico químicos
PRODUCTO DECLARADO	:	Ceniza de cáscara de palma – 1000°C
CODIGO DE MUESTRA	:	CNZ-04
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente con 200 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	:	La Victoria - Departamento Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	:	Laboratorio -Trujillo / 01-08-2023
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	:	02/08/2023
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	:	08/08/2023

### ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
HUMEDAD	&	1.55
PERDIDA POR CALCINACION	%	1.89
SiO <sub>2</sub>	%	41.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	15.38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.01
CaO	%	14.63
MgO		1.39
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	---	60.66

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 339.127:1998 (revisada el 2019)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cálculos a partir de óxidos combinados
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
Ca y MgO	Gravimetría
	Volumetría



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Informe de Calibración

### LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 1 de 5

Expediente	1045739	<p>Este informe de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	LABORATORIO RIVERO S.A.C. - RIVELAB S.A.C.	
Dirección	Av. Isabel de Bobadilla N° 524 Urb. Monserrate IV Etapa - Trujillo	
Instrumento de Medición	BALANZA	
Marca	FAITHFUL	
Modelo	FA2104N	
Número de Serie	1012011035	
Intervalo de Indicaciones	0 g a 210 g	
División de escala real (d)	0,0001 g	
División de verificación de escala (e)	1 mg	
Procedencia	NO INDICA	
Tipo	ELECTRONICA	
Clasificación	NO AUTOMATICA	
Fecha de Calibración	2022-03-23	

Este informe de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Informes sin firma digital y sello carecen de validez.

Responsable de área

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente por  
DR. LA CRUZ GARCIA  
Luzmila F.L.F.  
20600283015 soft  
Fecha: 2022-03-23  
10:42:16



Firmado digitalmente por  
TAIPE ARAUJO Donny Nimer  
FAU 20600283015 soft  
Fecha: 2022-03-29 08:16:52

Dirección de Metrología

Dirección de Metrología



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

# Informe de Calibración

## LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 2 de 5

### Método de Calibración

Norma Metroológica Peruana NMP 003:2009 \* Instrumento de pesar de funcionamiento no automático\*

### Lugar de Calibración

Laboratorio Rivero S.A.C (área de ensayos)  
Av. Isabel de Bobadilla N° 524, Urb. Monserrate - Trujillo

### Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura	23,6 °C	23,4 °C
Humedad Relativa	70 %	72 %
Presión Atmosférica	1 006 mbar	1 006 mbar

### Patrones de referencia

Trazabilidad metroológica	Patrón de medición	Documento de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología (INACAL - PERÚ)	Pesas LM-04-001 Clase de exactitud: E2	INACAL DM/ LM-C-062-2021 Del: 2021-03-03 al 2021-03-04



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

# Informe de Calibración LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 3 de 5

## Resultados de Medición

FECHA DE CALIBRACION	2022-03-23
IDENTIFICACION DE LA BALANZA	BA01
UBICACION DE LA BALANZA	Laboratorio Rivero S.A.C (área de ensayos) Av. Isabel de Bobadilla N° 524, Urb. Monserrate - Trujillo

### INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NOTIENE
OSCLACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NOTIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

CARGA = 100,0000 g		CARGA = 200,0002 g	
I (g)	E (mg)	I (g)	E (mg)
99,9996	-0,4	199,9993	-0,9
99,9997	-0,3	199,9996	-0,6
99,9996	-0,4	199,9997	-0,5
99,9996	-0,4	199,9995	-0,7
99,9996	-0,4	199,9995	-0,7
99,9997	-0,3	200,0000	-0,2
99,9996	-0,4	199,9996	-0,6
99,9996	-0,4	199,9994	-0,8
99,9996	-0,4	199,9999	-0,3
99,9995	-0,5	199,9993	-0,9

CARGA (g)	E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub> (mg)	e.m.p. (mg)
100,0000	0,2	2,0
200,0002	0,7	3,0

### ENSAYO DE PESAJE

CARGA (g)	CARGA CRECIENTE (↓)			CARGA DECRECIENTE (↑)			e.m.p. ± (mg)
	I (g)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	I (g)	E (mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
0,0010	0,0009	-0,1 (*)					
0,0100	0,0101	0,1	0,2	0,0084	-1,6	-1,5	1,0
20,0000	20,0000	0,0	0,1	19,9986	-1,4	-1,3	1,0
40,0000	40,0004	0,4	0,5	39,9988	-1,2	-1,1	1,0
50,0000	50,0003	0,3	0,4	49,9990	-1,0	-0,9	1,0
80,0000	80,0004	0,4	0,5	79,9989	-1,1	-1,0	2,0
100,0000	100,0003	0,3	0,4	99,9995	-0,5	-0,4	2,0
150,0000	150,0010	1,0	1,1	149,9998	-0,2	-0,1	2,0
180,0000	180,0008	0,8	0,9	180,0003	0,3	0,4	2,0
200,0002	200,0002	0,0	0,1	200,0001	-0,1	0,0	3,0
210,0002	210,0001	-0,1	0,0	210,0001	-0,1	0,0	3,0



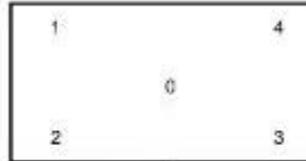
**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Informe de Calibración LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 4 de 5

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

POSICION	DETERMINACION DE E <sub>0</sub>			DETERMINACION DEL ERROR CORREGIDO E <sub>c</sub>				e.m.p. ± ( mg )
	CARGA ( g )	l ( g )	E <sub>0</sub> ( mg )	CARGA ( g )	l ( g )	E ( mg )	E <sub>c</sub> ( mg )	
0	0,0010	0,0009	-0,1	70,0000	69,9996	-0,4	-0,3	2,0
1	0,0010	0,0010	0,0	70,0000	69,9995	-0,5	-0,5	2,0
2	0,0010	0,0010	0,0	70,0000	69,9994	-0,6	-0,6	2,0
3	0,0010	0,0009	-0,1	70,0000	69,9999	-0,1	0,0	2,0
4	0,0010	0,0010	0,0	70,0000	70,0002	0,2	0,2	2,0

e.m.p. Error máximo permitido considerado para balanzas en uso de Funcionamiento

No Automático de clase de exactitud I

l Lectura de la balanza ( g )

E Error encontrado

E<sub>0</sub> Error en cero ( \* )

E<sub>c</sub> Error corregido ( E - E<sub>0</sub> )

ΔL Carga incrementada

### LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura corregida	=	$R - 4,156 \times 10^{-4} \times R$
Incertidumbre expandida	=	$2 \cdot \sqrt{2,960 \times 10^{-7} \text{ g}^2 + 4,766 \times 10^{-12} \times R^2}$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración ( g )



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

# Informe de Calibración

## LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 5 de 5

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

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.

### Recalibración

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 reglamentaciones vigentes.

### DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

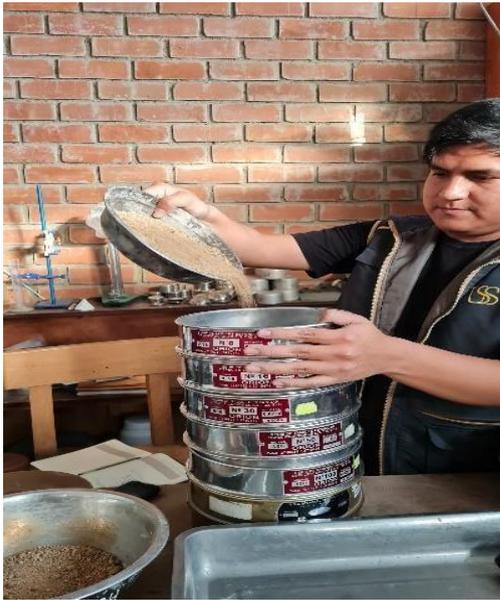
La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

### Anexo 3. Procedimientos de ensayos de laboratorio en mecánica de concreto



Granulometría del agregado fino



Pesaje de agregado fino



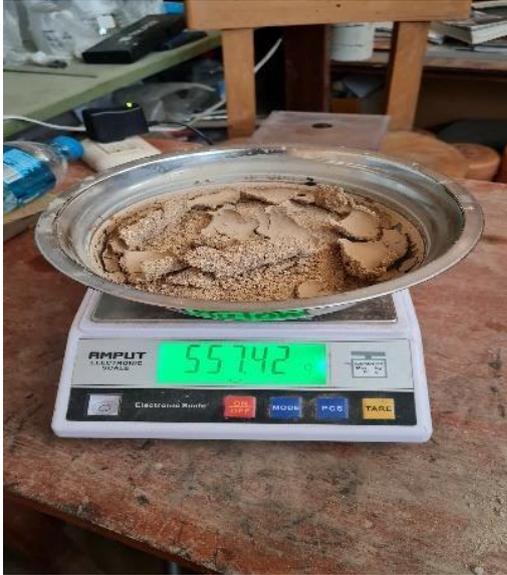
Cuarteo de Agregado grueso



Cuarteo del agregado grueso



Ensayo de peso Unitario



Peso seco del agregado fino



Ensayo de Peso Unitario de Agregado Fino



Peso Unitario Agregado Grueso



Ensayo de Peso Especifico



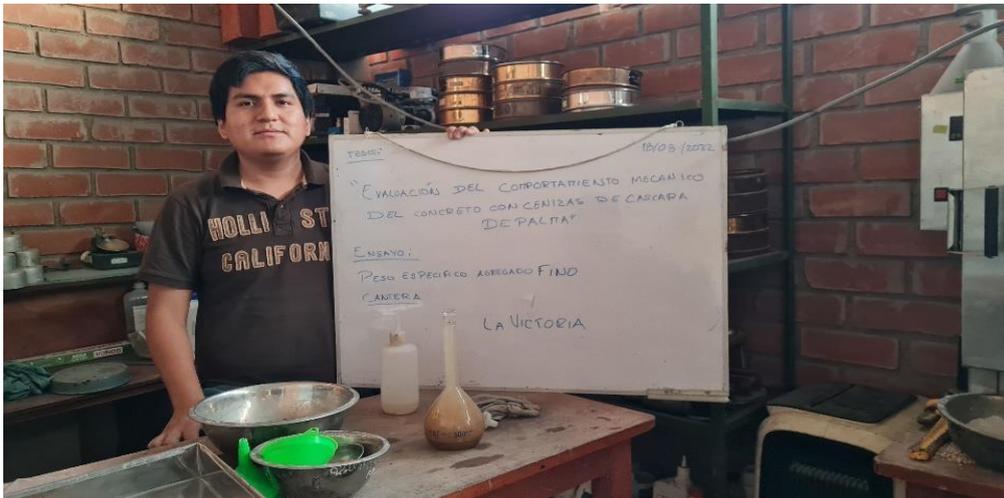
Prueba de Slump



Toma de temperatura del concreto



Gravedad Especifica del agregado grueso



Ensayo de Peso Especifico de Agregado Fino



Gravedad Especifica y absorción del agregado fino



Preparación de probetas de concreto a ser ensayados



Probetas de concreto



Preparación de vigas a ser ensayados



Ensayo de compresión.



Ensayo de Tracción



Ensayo de Flexión.

## Anexo 4. Ensayos de laboratorio a resistencia 210kg/cm<sup>2</sup> para patrón



### INFORME DE ENSAYO N° 0501

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
Tesis : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Agosto del 2023  
Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	7	155.56
02	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	7	159.09
03	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	7	177.13
04	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	14	197.96
05	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	14	202.03
06	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	14	193.93
07	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	220.92
08	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	218.90
09	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	215.44
10	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	217.50

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
German Oscar Gastelo Chirinos  
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
Juan Carlos Fermo Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPO RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Agosto del 2023

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

Norma : NTP 339.084-2012

Código	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	fc (Kg/cm <sup>2</sup> )
CP-01	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	7	15.1	30.0	13750	19.32
CP-02	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	7	15.1	30.1	11440	16.02
CP-03	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	7	15.2	30.2	16440	22.80
CP-04	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	14	15.0	30.1	13660	19.26
CP-05	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	14	15.1	30.2	16690	23.30
CP-06	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	14	15.1	30.1	15870	22.23
CP-07	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	15.1	30.1	15550	21.78
CP-08	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	15.2	30.1	16150	22.47
CP-09	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	15.2	30.2	14980	20.78
CP-10	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	15.0	30.0	17100	24.19

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0501

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Agosto del 2023

Ensayo : Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simple apoyadas con cargas a los tercios del tramo  
 Norma : N.T.P. 339.078 - 2012

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	21091.5	7	2.8	28.12	28.66
02	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	22170.6	7	2.9	29.17	
03	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	21385.8	7	2.8	28.70	
04	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	22857.3	14	2.9	30.07	30.69
05	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	23740.2	14	3.1	31.23	
06	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	23544	14	3.0	30.77	
07	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	23053.5	28	3.0	30.53	31.67
08	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	25407.9	28	3.3	33.87	
09	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	21778.2	28	2.8	28.46	
10	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	25702.2	28	3.3	33.82	



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Agosto del 2023  
 Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).  
 Norma : ASTM C-469

MUESTRA 01	Denominación o descripción del vaciado	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>
01	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	7	155.56	62	8.11224	0.000384	162244.77	178752.97
02	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	7	161.22	64	8.48925	0.000380	169785.01	
03	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	18/07/2023	7	179.50	72	10.21146	0.000352	204229.14	
04	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	14	197.96	79	9.88937	0.000400	197787.45	206220.19
05	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	14	202.03	81	10.72383	0.000377	214476.64	
06	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	25/07/2023	14	196.51	79	10.31982	0.000381	206396.48	
07	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	220.92	88	11.39072	0.000388	227814.48	218346.11
08	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	218.90	88	10.71931	0.000408	214386.20	
09	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	215.44	86	10.89066	0.000396	217813.28	
10	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	11/07/2023	8/08/2023	28	217.50	87	10.66852	0.000408	213370.46	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solidante.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

## Anexo 5. Ensayos de laboratorio diseño de mezcla patrón más adiciones de CCP



### INFORME DE ENSAYO N° 0501

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPO RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023  
 Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
 Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	157.60
02	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	146.92
03	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	159.32
04	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	187.85
05	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	190.08
06	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	202.25
07	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	225.90
08	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	227.11
09	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	225.04
10	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	223.87

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 Norma : NTP 339.084-2012

Código	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
CP-01	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	15.1	30.0	12840	18.04
CP-02	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	15.1	30.1	13210	18.50
CP-03	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	15.2	30.2	15350	21.29
CP-04	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	15.0	30.1	13770	19.42
CP-05	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	15.1	30.2	15690	21.90
CP-06	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	15.1	30.1	15950	22.34
CP-07	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	15.1	30.1	17520	24.54
CP-08	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	15.2	30.1	18680	25.99
CP-09	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	15.2	30.2	18460	25.60
CP-10	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	15.0	30.0	17920	25.35

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0501

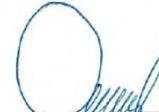
(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simple apoyadas con cargas a los tercios del tramo  
 Norma : N.T.P. 339.078 - 2012

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	22/08/2023	26487	7	3.5	35.31	32.45
02	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	22/08/2023	24132.6	7	3.1	31.75	
03	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	22/08/2023	22563	7	3.0	30.28	
04	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	29/08/2023	25702.2	14	3.3	33.82	31.42
05	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	29/08/2023	22563	14	2.9	29.69	
06	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	29/08/2023	23544	14	3.0	30.77	
07	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	12/09/2023	25309.8	28	3.3	33.52	36.19
08	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	12/09/2023	28350.9	28	3.7	37.80	
09	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	12/09/2023	28547.1	28	3.7	37.31	
10	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	15/08/2023	12/09/2023	27468	28	3.5	36.14	



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPO RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión.  
 Norma : ASTM C-459

MUESTRA 01	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
01	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	157.60	63	8.02489	0.000393	160497.82	169129.82
02	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	146.92	59	9.05093	0.000325	181018.51	
03	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	159.32	64	8.29362	0.000384	165872.36	
04	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	187.85	75	8.80717	0.000427	176143.32	184299.49
05	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	190.08	76	8.56081	0.000444	171216.29	
06	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	202.25	81	10.27694	0.000394	205538.87	
07	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	225.90	90	11.02138	0.000410	220427.53	220456.39
08	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	227.11	91	10.93237	0.000415	218647.31	
09	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	225.04	90	10.97764	0.000410	219552.77	
10	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 2% de ceniza de cacara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	223.87	90	11.15990	0.000401	223197.96	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firme Djeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

**INFORME DE ENSAYO N° 0501**

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPO RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
 Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	161.05
02	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	160.88
03	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	154.51
04	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	189.97
05	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	202.37
06	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	199.11
07	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	235.58
08	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	228.17
09	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	229.79
10	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	230.29

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

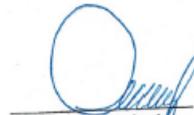
Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 Norma : NTP 339.084-2012

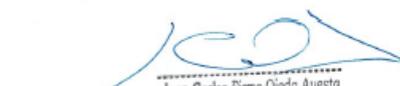
Código	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	Fc (Kg/cm <sup>2</sup> )
CP-01	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	15.0	30.0	13980	19.78
CP-02	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	15.1	30.1	13480	18.88
CP-03	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	15.2	30.2	14390	19.96
CP-04	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	15.0	30.1	16760	23.63
CP-05	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	15.0	30.2	17820	25.04
CP-06	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	15.1	30.1	15370	21.53
CP-07	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	15.1	30.1	20690	28.98
CP-08	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	15.2	30.1	19920	27.72
CP-09	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	15.0	30.2	19750	27.76
CP-10	Resistencia Tracción Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	15.1	30.0	20130	28.29

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simple apoyadas con cargas a los tercios del tramo  
 Norma : N.T.P. 309.078 - 2012

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	19521.9	7	2.6	26.03	26.80
02	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	20110.5	7	2.6	26.46	
03	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	20797.2	7	2.7	27.91	
04	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	21091.5	14	2.7	27.75	31.38
05	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	27075.6	14	3.5	35.62	
06	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	23544	14	3.0	30.77	
07	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	29233.8	28	3.8	38.72	40.77
08	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	32863.5	28	4.3	43.81	
09	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	29626.2	28	3.8	38.72	
10	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	31784.4	28	4.1	41.82	



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).  
 Norma : ASTM C-469

MUESTRA 01	Denominación o descripción del vaciado	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>	$\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
01	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	161.05	64	1.74873	0.001842	172682.68	158660.24
02	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	143.00	57	7.44396	0.000384	148879.18	
03	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	22/08/2023	7	146.37	59	7.72094	0.000379	154418.85	
04	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	200.32	80	10.52020	0.000381	210404.08	199102.87
05	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	181.58	73	9.03345	0.000402	180669.02	
06	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	29/08/2023	14	191.67	77	10.31178	0.000372	206235.52	
07	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	220.93	88	10.99710	0.000402	219942.06	229402.32
08	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	243.03	97	11.72876	0.000414	234575.24	
09	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	231.90	93	10.90143	0.000425	218028.65	
10	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 4% de ceniza de cascara de palma	15/08/2023	12/09/2023	28	216.19	86	12.25317	0.000353	245063.32	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

**INFORME DE ENSAYO N° 0501**

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023  
 Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
 Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	7	150.92
02	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	7	148.71
03	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	7	145.58
04	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	14	172.10
05	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	14	184.78
06	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	14	187.43
07	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	211.98
08	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	213.70
09	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	209.57
10	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	213.03

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 Norma : NTP 339.084-2012

Código	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	fc (Kg/cm <sup>2</sup> )
CP-01	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	7	15.1	30.0	12820	18.02
CP-02	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	7	15.1	30.0	12250	17.22
CP-03	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	7	15.1	30.2	11310	15.79
CP-04	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	14	15.2	30.1	14510	20.19
CP-05	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	14	15.1	30.2	14730	20.56
CP-06	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	14	15.1	30.1	13950	19.54
CP-07	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	15.0	30.1	16040	22.62
CP-08	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	15.2	30.1	15610	21.72
CP-09	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	15.2	30.2	14700	20.39
CP-10	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	15.1	30.1	16150	22.62

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO N° 0501

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo  
 Norma : N.T.P. 339.078 - 2012

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	15303.6	7	2.0	20.40	22.87
02	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	18933.3	7	2.4	24.91	
03	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	17363.7	7	2.3	23.30	
04	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	24721.2	14	3.2	32.53	31.85
05	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	23740.2	14	3.1	31.23	
06	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	24328.8	14	3.1	31.80	
07	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	26879.4	28	3.5	35.60	35.19
08	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	26388.9	28	3.4	35.18	
09	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	27664.2	28	3.5	36.16	
10	Resistencia a la Flexion Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	25702.2	28	3.3	33.82	



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión.  
 Norma : ASTM C-469

MUESTRA 01	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
01	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	7	150.92	60	6.84893	0.000441	136978.54	163774.40
02	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	7	148.71	59	10.35173	0.000287	207034.51	
03	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	23/08/2023	7	145.58	58	7.36551	0.000395	147310.13	
04	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	14	172.10	69	10.12001	0.000340	202400.20	195972.53
05	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	14	184.78	74	9.19239	0.000402	183847.75	
06	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	30/08/2023	14	187.43	75	10.08348	0.000372	201669.64	
07	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	211.98	85	10.41486	0.000407	208297.10	211701.02
08	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	213.71	85	10.90516	0.000392	218103.17	
09	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	209.57	84	10.92882	0.000384	218576.35	
10	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c - 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6 % de Ceniza de Cascara de Palma	16/08/2023	13/09/2023	28	213.03	85	10.09137	0.000422	201827.47	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

**INFORME DE ENSAYO N° 0501**

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023  
 Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05  
 Título : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>
01	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	7	129.87
02	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	7	128.16
03	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	7	136.09
04	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	14	160.71
05	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	14	166.30
06	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	14	161.14
07	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	186.23
08	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	192.26
09	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	189.47
10	Resistencia Compresión Concreto Patron F'c= 210 kg/cm2 + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	190.42

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023  
 Ensayo : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica  
 Norma : NTP 339.084-2012

Código	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	fc (Kg/cm <sup>2</sup> )
CP-01	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	7	15.1	30.0	6750	9.49
CP-02	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	7	15.1	30.1	9590	13.43
CP-03	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	7	15.2	30.2	9120	12.65
CP-04	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	14	15.0	30.1	11550	16.29
CP-05	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	14	15.1	30.2	10980	15.33
CP-06	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	14	15.1	30.1	11050	15.48
CP-07	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	15.1	30.1	13660	19.13
CP-08	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	15.2	30.1	16690	23.22
CP-09	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	15.2	30.2	15870	22.01
CP-10	Resistencia a la Tracción Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	15.0	30.0	14050	19.88

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : Metodo de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo  
 Norma : N.T.F. 339.078 - 2012

Muestra N°	Denominación o descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura (Kg/cm <sup>2</sup> ) Promedio
01	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	15794.1	7	2.1	21.06	24.27
02	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	19914.3	7	2.6	26.20	
03	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	19031.4	7	2.5	25.54	
04	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	21189.6	14	2.7	27.88	29.27
05	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	22861.1	14	2.9	29.81	
06	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	23053.5	14	3.0	30.13	
07	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	19521.9	28	2.5	25.86	31.72
08	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	25407.9	28	3.3	33.87	
09	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	26192.7	28	3.4	34.23	
10	Resistencia a la Flexión Concreto Patron F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	25015.5	28	3.2	32.91	



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Septiembre del 2023

Ensayo : Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Norma : ASTM C-469

MUESTRA 01	Denominación o descripción del vaciado	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 $\epsilon_s (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
01	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	7	129.87	52	5.99895	0.000433	119978.93	110307.71
02	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	7	128.16	51	5.32778	0.000481	106555.56	
03	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	8/08/2023	7	136.09	54	5.21943	0.000521	104388.65	
04	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	14	160.71	64	7.67398	0.000419	153479.68	153221.19
05	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	14	166.30	67	7.40530	0.000449	148106.08	
06	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	15/08/2023	14	161.14	64	7.90389	0.000408	158077.81	
07	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	186.23	74	8.05186	0.000463	161037.13	180005.53
08	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	192.26	77	8.96450	0.000429	179290.09	
09	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	189.47	76	9.01101	0.000421	180220.13	
10	Módulo de Elasticidad Concreto Patron F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 8 % de Ceniza de Cascara de Palma	1/08/2023	29/08/2023	28	190.42	76	9.97374	0.000382	199474.77	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

## Anexo 6. Instrumento de calibración de los materiales

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	
N° LFP-049-2023	
Página 1 de 3	
 <b>Arsou Group</b> Laboratorio de Metrología	
Fecha de emisión	2023/06/16
Solicitante	AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Dirección	CALJOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	PRESA HIDRAULICA PARA CONCRETO
Identificación	NO INDICA
Marca	PINZUAR
Modelo	PC-42
Serie	270
Capacidad	1200 kn
Indicador	DIGITAL
Serie	476
Bomba	ELECTRICA
Procedencia	COLOMBIA
Ubicación	Laboratorio de concreto
Lugar de calibración	CHICLAYO
Fecha de calibración	2023/06/16
Método/Procedimiento de calibración	El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallc materials - Verification of static uniaxial testing machines". Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.
 	
ARSOU GROUP S.A.C	
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica METROLOGÍA	
ARSOU GROUP S.A.C. Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437 ventas@arsougroup.com www.arsougroup.com	



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LFP-049-2023

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Patrones e Instrumentos auxiliares**

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 t	INF-LE N° 175-21

**Condiciones ambientales durante la calibración**

Temperatura Ambiental Inicial: 27.5 °C Final: 27.8 °C  
 Humedad Relativa Inicial: 61 %hr Final: 62 %hr

**Resultados**

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10000	9999.0	9999.2	-0.01	-0.01	9999.1	-0.009	0.00
20000	20001.3	20000.4	0.01	0.00	20000.9	0.00	0.00
30000	30000.4	30000.7	0.00	0.00	30000.6	0.00	0.00
40000	40002.1	40001.8	0.01	0.00	40002.0	0.00	0.00
50000	50000.8	50000.6	0.00	0.00	50000.7	0.00	0.00
60000	59974.0	59982.0	-0.04	-0.03	59978.0	-0.04	0.01
70000	69963.0	69972.0	-0.05	-0.04	69967.5	-0.05	0.01
80000	79952.0	79964.0	-0.06	-0.05	79958.0	-0.05	0.01

**NOTAS SOBRE CALIBRACION**

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

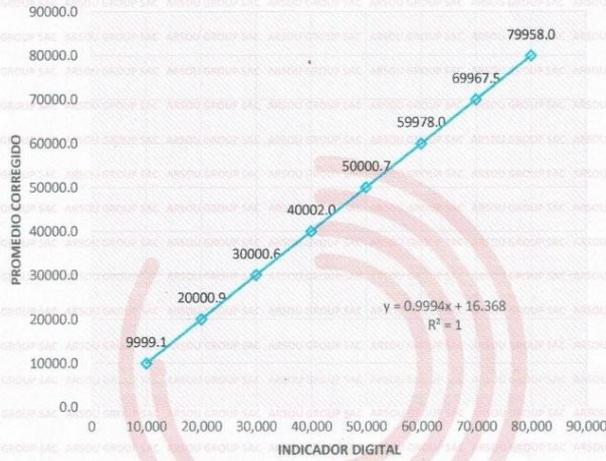
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:  
Donde:  $y = 0,9994x + 16,368$   
Coeficiente Correla  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)  
Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hago Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LFP-049-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/06/16

Solicitante **AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Dirección CAL.JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición **PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

Identificación NO INDICA

Marca PINZUAR

Modelo PC-42

Serie 270

Capacidad 1200 kn

Indicador DIGITAL

Serie 476

Bomba ELECTRICA

Procedencia COLOMBIA

Ubicación Laboratorio de concreto

Lugar de calibración CHICLAYO

Fecha de calibración 2023/06/16

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 27.5 °C Final: 27.8 °C  
Humedad Relativa Inicial: 61 %hr Final: 62 %hr

Resultados

**TABLA N° 01**  
**CALIBRACION DE PRENSA HIDRAULICA PARA CONCRETO**

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (kg)				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) kg	SERIE (2) kg	ERROR %	ERROR (2) %			
10000	9999.0	9999.2	-0.01	-0.01	9999.1	-0.009	0.00
20000	20001.3	20000.4	0.01	0.00	20000.9	0.00	0.00
30000	30000.4	30000.7	0.00	0.00	30000.6	0.00	0.00
40000	40002.1	40001.8	0.01	0.00	40002.0	0.00	0.00
50000	50000.8	50000.6	0.00	0.00	50000.7	0.00	0.00
60000	59974.0	59982.0	-0.04	-0.03	59978.0	-0.04	0.01
70000	69963.0	69972.0	-0.05	-0.04	69967.5	-0.05	0.01
80000	79952.0	79964.0	-0.06	-0.05	79958.0	-0.05	0.01

NOTAS SOBRE CALIBRACION

- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$        $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

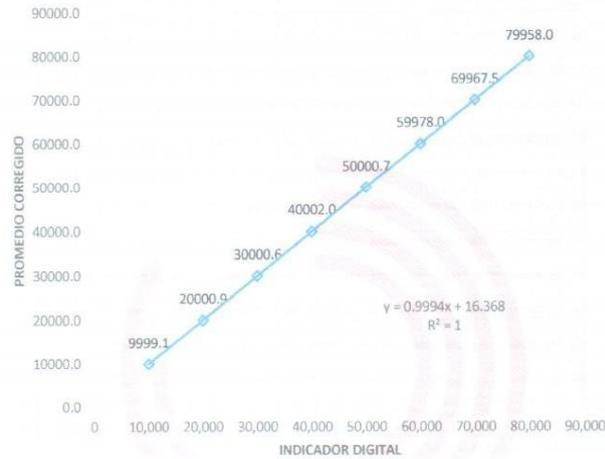
ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,9994x + 16,368$

Coefficiente Correlar  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2023/06/16  
**Solicitante** AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
**Dirección** CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** HUMEDAD RÁPIDA (SPEEDY)

**Identificación** NO INDICA  
**Marca** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Serie** 141  
**Capacidad** 26 g  
**Manometro** FORNEY  
**Rango de Humedad** 20%  
**Procedencia** NO INDICA  
**Ubicación** Laboratorio de suelos  
**Lugar de calibración** Laboratorio de ARSOU GROUP S.A.C.

**Fecha de calibración** 2023/06/16

**Método/Procedimiento de calibración**

La verificación se realizó contrastando los resultados obtenidos en el equipo a verificar y los resultados obtenidos del contenido de humedad realizado según la Norma ASTM D 2216.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con doble sonda	0478-LT-2022
ARSOU GROUP S.A.C.	Horno	LMI-078-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 27.4 °C Final: 27.6 °C

Humedad Relativa Inicial: 61 %hr Final: 61 %hr

Resultados

**TABLA N° 01**  
**VERIFICACIÓN**

% de Humedad de Horno	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (%)			Serie Promedio Humedad
	SERIE (1)	SERIE (2)	SERIE (3)	
2.88	2.91	2.86	2.89	2.89
4.61	4.66	4.63	4.62	4.64
6.84	6.83	6.88	6.87	6.86
9.41	9.43	9.44	9.46	9.44
11.61	11.60	11.63	11.62	11.62
14.42	14.41	14.46	14.47	14.45

Coefficiente de correlación.:  $R^2 = 1$

Recta de ajuste:  $Y = 1,001x + 0,0143$

Donde:  
X : lectura del manómetro  
Y : porcentaje corregido



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGIA



TABLA N° 02

% Humedad Natural de Horno	Lectura Dial Promedio %
2.88	2.89
4.61	4.64
6.84	6.86
9.41	9.44
11.61	11.62
14.42	14.45

TABLA N° 03

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

1 N° RECIPIENTE		0	I	II	III	IV	V
2 PESO DEL RECIPIENTE	g	51.20	13.10	11.70	13.00	62.70	11.20
3 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	g	101.20	63.00	61.70	63.00	112.70	61.20
4 PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	g	99.80	60.80	58.50	58.70	107.50	54.90
5 PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4)	g	1.40	2.20	3.20	4.30	5.20	6.30
6 PESO DEL SUELO SECO (4) - (2)	g	48.60	47.70	46.80	45.70	44.80	43.70
7 CONTENIDO DE HUMEDAD DEL HORNO (5) / (6) *	%	2.88	4.61	6.84	9.41	11.61	14.42
8 EQUIVALENCIA EN PRESION DE BOTELLA	%	2.89	4.64	6.86	9.44	11.62	14.45



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Barnica  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de Ajuste

$$Y = 1,001x + 0,0143$$

VALORES DE HUMEDAD PARA MUESTRAS DE 30 g. y 2 CUCHARADA DE REACTIVO.

Lect. %	Humedad %	Lect. %	Humedad %
1	1.0153	11	11.0253
2	2.0163	12	12.0263
3	3.0173	13	13.0273
4	4.0183	14	14.0283
5	5.0193	15	15.0293
6	6.0203	16	16.0303
7	7.0213	17	17.0313
8	8.0223	18	18.0323
9	9.0233	19	19.0333
10	10.0243	20	20.0343



: LECTURA  
: HUMEDAD

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMA-133-2023

Página 1 de 3

Fecha de emisión 2023/06/16

Solicitante **AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA**

Dirección CALJOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala Resolución 1 g

División de verificación (e) 1 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante T-SCALE

Modelo QMW-30

N° de serie 02402047011

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de suelos

Lugar de calibración CHICLAYO

Fecha de calibración 2023/06/16

**Método/Procedimiento de calibración**  
"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Aravato Carnica  
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 27.6 °C Final: 27.4 °C  
Humedad Relativa Inicial: 61 %hr Final: 61 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0.001	-0.001	30001	0.007	-0.004
2	15000	0.002	-0.004	30001	0.003	-0.006
3	15000	0.007	0.005	30000	0.004	-0.004
4	14999	0.001	0.001	30000	0.001	-0.009
5	15000	0.004	-0.007	30000	0.001	-0.004
6	15000	0.001	-0.005	30001	0.002	-0.003
7	15000	0.003	-0.003	30000	0.003	-0.009
8	15000	0.009	-0.001	29999	0.003	-0.001
9	15000	0.007	-0.002	29998	0.004	-0.001
10	15000	0.005	-0.003	30000	0.003	-0.001

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15000	0	1
30000	0	5



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	500	500	0.005	-0.001	10000	10000	0.006	-0.001	0.001
2		500	0.006	-0.004		10000	0.005	0.004	0.002
3		500	0.005	0.001		10000	0.003	0.001	0.001
4		499	0.007	0.003		10002	0.001	0.002	-0.001
5		499	0.009	-0.006		10001	0.002	-0.002	-0.002

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1	0.010	0.001	0.001					
5	5	0.030	0.003	-0.002	5	0.008	-0.005	-0.002	0.1
10	10	0.020	-0.002	0.003	10	0.006	-0.001	0.003	0.1
50	50	0.002	-0.001	0.001	50	0.002	-0.005	0.001	0.1
100	100	0.090	0.004	0.004	100	0.004	0.006	0.008	0.1
500	500	0.010	0.011	-0.002	500	0.006	0.007	0.009	0.1
1000	1000	0.090	-0.005	0.008	1000	0.001	0.009	0.001	0.1
5000	5000	0.019	0.008	0.007	5000	0.007	0.001	-0.005	0.1
10000	10000	0.010	0.014	0.001	10000	0.017	-0.005	-0.001	0.1
20000	20000	0.060	0.004	0.011	20002	0.009	-0.001	0.012	0.8
30000	30000	0.070	0.008	0.009	30000	0.005	0.004	-0.002	0.8

**Leyenda**

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

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

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

EMP: Error máximo permitido

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_R = 2 \cdot \sqrt{0,16673 \text{ g}^2 + 0,0000000006182 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 0,838786978 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza: ( g )



**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica  
METROLOGÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMA-253-2022

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/09/01
Solicitante	AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Dirección	CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	<b>BALANZA NO AUTOMÁTICA</b>
Identificación	NO INDICA
Intervalo de indicación	30000 g
División de escala Resolución	1 g
División de verificación (e)	1 g
Tipo de indicación	ELECTRÓNICO
Marca / Fabricante	OHAUS
Modelo	R21PE30ZH
N° de serie	B8357860165
Procedencia	NO INDICA
Ubicación Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS CAL JOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2022/09/01

**Método/Procedimiento de calibración**

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carr.  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMA-253-2022

Página 2 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1mg a 1kg	1226-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 1kg	1227-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 5kg	1228-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 10 kg	1229-MPES-C-2022
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa Patrón de 20kg	1230-MPES-C-2022

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 23,1 °C Final: 24,2 °C  
Humedad Relativa Inicial: 51 %hr Final: 41%hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15000.0	0.07	-0.12	30001	0.05	-0.1
2	15000.0	0.07	-0.15	30000	0.04	-0.12
3	15000.0	0.08	-0.12	30000	0.05	-0.13
4	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.1
5	15000.0	0.07	-0.12	30000	0.03	-0.11
6	15000.0	0.07	-0.13	30000	0.05	-0.12
7	15000.0	0.06	-0.11	30000	0.04	-0.13
8	15000.0	0.07	-0.12	30002	0.05	-0.1
9	15001.0	0.09	-0.12	30000	0.04	-0.11
10	15001.0	0.08	-0.1	30000	0.05	-0.12

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
15001	0	1
30000	0	5



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicero  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de E <sub>0</sub>				
	Carga Min <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0.04	-0.09	500	500	0.07	-0.02	0.07
2		1	0.07	-0.02		500	0.07	-0.02	0
3		1	0.05	0		500	0.07	-0.03	-0.03
4		1	0.02	0.03		500	0.07	0.08	0.05
5		1	0.07	-0.02		500	0.06	0.19	0.21

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1	0.07	-0.02						1
5	5	0.06	0.01	0.01	5	0.04	0.01	0.03	1
10	10	0.06	-0.01	0.01	10	0.02	-0.07	-0.05	1
500	500	0.05	0	0	500	0.02	-0.07	-0.05	1
1000	1000	0.04	0	0	1000	0.06	-0.01	0.01	1
2500	2500	0.07	0.01	0.01	2500	0.06	-0.01	0.01	1
5000	5000	0.06	-0.02	0.02	5000	0.05	0	0.02	1
10000	10000	0.07	-0.05	0.03	10000	0.06	-0.1	-0.09	1
15000	15000	0.04	0.01	0.01	15000	0.06	-0.21	-0.09	5
20000	20000	0.05	0.09	0.03	20000	0.07	-0.12	-0.02	5
30000	30000	0.09	0.1	0.09	30000	0.09	-0.21	-0.21	5

Legenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

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

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

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

$$\text{Incertidumbre expandida de medición } U_x = 2 \cdot \sqrt{0.42816 \text{ g}^2 + 0.000000012363 \text{ R}^2}$$

$$\text{Lectura Corregida } R_{\text{corregida}} = R + 0.923816478 \text{ R}$$

R: Indicación de lectura de balanza ( g )

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LFP-126-2022

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión** 2022/09/01

**Solicitante** AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

**Dirección** CALJOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Instrumento de medición** PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA

**Identificación** NO INDICA

**Marca Prensa** KAIZA CORP

**Modelo** NO INDICA

**Serie** 2019-21

**Celda de Carga** ZEMIC

**Modelo** H3-C3-5.OT-6B

**Indicador** WEIGHING INDICATOR

**Modelo** NO INDICA

**Serie** NO INDICA

**Ubicación** LABORATORIO DE SUELOS

**Lugar de calibración** CALJOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO

**Fecha de calibración** 2022/09/01

**Método/Procedimiento de calibración**

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicé  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LFP-126-2022

Página 2 de 3

**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga 100 t	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental      Inicial: 24 °c                      Final: 24 °C  
Humedad Relativa            Inicial: 51 %hr                      Final: 51 %hr

Resultados

TABLA N° 01  
CALIBRACION DE CELDA DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON ( Kg)				PROMEDIO	ERROR	RPTBLD
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %	"B" Kg	Ep %	Rp %
500	504.0	502	0.80	0.40	503.0	0.6	0.28
1000	1006	1001	0.60	0.10	1003.5	0.35	0.35
1500	1506	1503	0.40	0.20	1504.5	0.30	0.14
2000	2001	2002	0.05	0.10	2001.5	0.08	0.04
2500	2506	2500	0.24	0.00	2503.0	0.12	0.17
3000	3001	3008	0.03	0.27	3004.5	0.15	0.16
3500	3500	3501	0.00	0.03	3500.5	0.01	0.02
4000	4000	4001	0.00	0.03	4000.5	0.01	0.02

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$                        $Rp = Error( 2) - Error(1)$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Vela Arevalo Carnicci  
METROLOGÍA

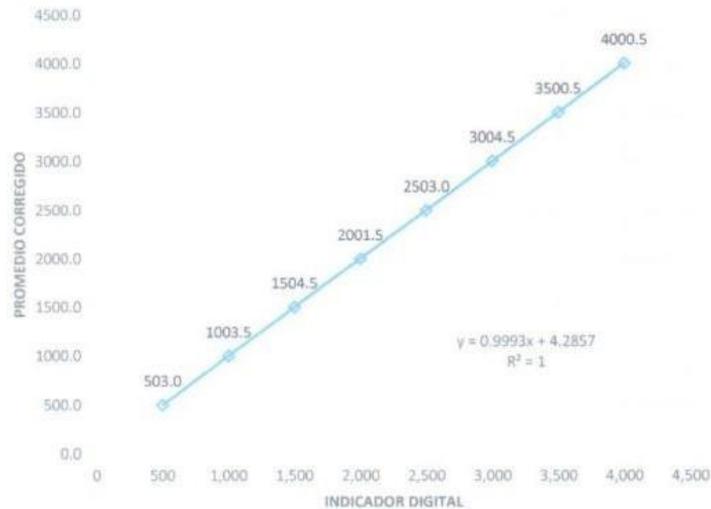
**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde:  $y = 0,9993X + 4,2857$

Coeficiente Correlación  $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 %
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
METROLOGÍA



**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arso Group**  
Laboratorio de Metrología

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
N° LMI-060-2022

Página 1 de 5

Fecha de emisión	2022/09/01
Solicitante	<b>AMAZONAS INGENIERIA CIVIL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA</b>
Dirección	CALJOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	<b>HORNO</b>
Identificación	NO INDICA
Marca	PYS EQUIPOS EIRL
Modelo	STHX-2A
Serie	157103
Cámara	136 LITROS
Ventilación	NATURAL
Pirómetro	DIGITAL
Procedencia	CHINA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
Lugar de calibración	CALJOSE FRANCISCO CABRERA NRO. 1201 CERCADO DE CHICLAYO LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Fecha de calibración	2022/09/01
Método/Procedimiento de calibración	- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL. - ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicci  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° LMI-060-2022

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con sonda MARCA: EZODO	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 24,2 °C Final: 23,6°C

Humedad Relativa Inicial: 50 %hr Final: 50%hr

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (h:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	111.0	110.8	110.7	111.0	110.3	110.1	110.0	110.5	110.5	110.6	110.6	1.0
00:02	110	110.5	110.5	111.0	110.6	110.8	110.7	110.5	110.9	110.1	110.4	110.6	0.9
00:04	110	110.7	110.4	110.6	110.7	110.5	110.4	110.5	110.1	110.5	111.0	110.5	0.9
00:06	110	110.8	110.9	110.4	110.6	110.7	110.3	110.0	110.6	110.1	110.5	110.5	0.9
00:08	110	110.5	110.0	110.5	110.5	110.1	110.7	110.2	110.5	110.6	110.7	110.4	0.7
00:10	110	110.3	110.6	110.8	110.0	110.8	110.1	110.7	110.1	110.1	110.1	110.4	0.8
00:12	110	110.7	111.0	110.3	110.3	110.5	110.3	110.0	110.1	110.1	110.7	110.4	1.0
00:14	110	110.6	110.5	110.1	110.3	110.1	110.6	110.2	110.6	110.1	110.9	110.4	0.8
00:16	110	110.2	110.0	110.2	110.7	110.3	110.3	111.0	110.4	110.5	110.9	110.5	1.0
00:18	110	110.4	110.3	110.8	110.0	110.7	110.1	110.0	110.8	110.2	110.2	110.4	0.8
00:20	110	110.1	110.1	110.8	110.9	110.8	110.5	110.7	110.5	111.0	110.7	110.6	0.9
00:22	110	110.4	110.7	110.7	110.7	110.4	110.1	110.3	110.3	110.5	111.0	110.5	0.9
00:24	110	110.8	110.4	110.5	110.6	110.0	110.4	110.3	110.5	110.1	110.7	110.4	0.8
00:26	110	110.3	110.4	110.5	110.3	110.0	110.7	110.7	110.3	110.5	110.7	110.4	0.7
00:28	110	110.9	110.5	110.1	110.9	110.4	110.7	110.9	110.4	111.0	110.7	110.7	0.9
00:30	110	110.4	110.2	110.0	110.7	110.9	110.2	110.4	110.0	110.2	110.9	110.4	0.9
00:32	110	110.7	110.5	110.4	110.7	110.7	110.4	110.8	110.4	110.7	110.5	110.6	0.4
00:34	110	110.5	110.1	110.5	110.5	110.3	110.5	110.1	110.7	110.0	110.6	110.4	0.7
00:36	110	110.8	110.7	110.7	110.6	110.4	110.8	110.5	110.2	110.1	110.4	110.5	0.7
00:38	110	110.5	110.1	110.5	110.9	110.6	110.6	110.7	110.2	110.4	110.4	110.5	0.8
00:40	110	110.2	111.0	110.4	110.2	110.9	110.2	110.5	110.5	110.5	110.3	110.5	0.8
00:42	110	110.0	110.5	110.8	110.8	110.3	110.3	110.1	110.1	110.1	110.9	110.4	0.9
00:44	110	110.1	110.6	111.0	110.9	110.1	110.9	110.6	110.2	110.5	110.7	110.6	0.9
00:46	110	110.2	110.5	110.2	110.9	110.4	110.7	110.8	110.3	110.3	111.0	110.5	0.8
00:48	110	110.1	110.8	110.1	110.8	110.7	110.4	110.6	110.0	110.4	110.5	110.4	0.8
00:50	110	110.8	110.8	110.4	110.7	110.7	110.2	110.8	111.0	110.1	110.5	110.6	0.9
T. PROM.	110	110.5	110.5	110.5	110.6	110.5	110.4	110.5	110.4	110.4	110.6	110.5	
T. MAX.	110	111.0	111.0	111.0	111.0	110.9	110.9	111.0	111.0	111.0	111.0		
T. MIN.	110	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	110.0	110.0	110.0	110.1		

Nomenclatura:

T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.

Tme Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.

T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.

T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

T. n La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

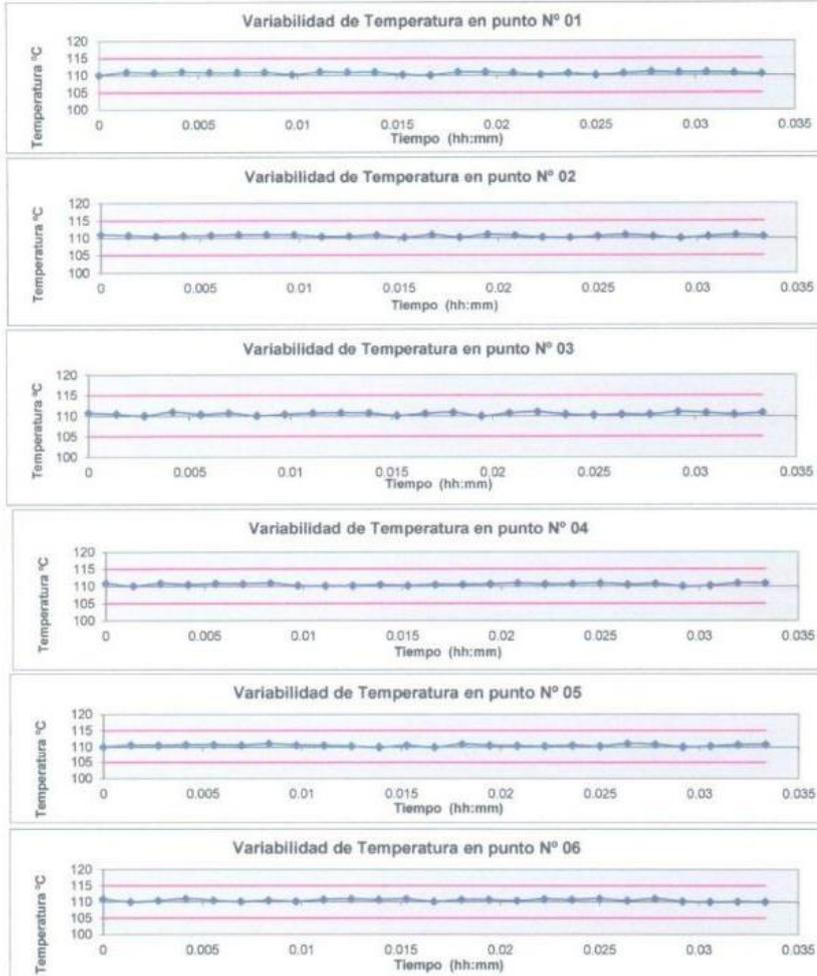


ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicero  
METROLOGIA



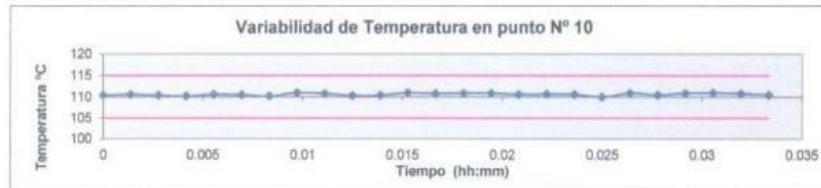
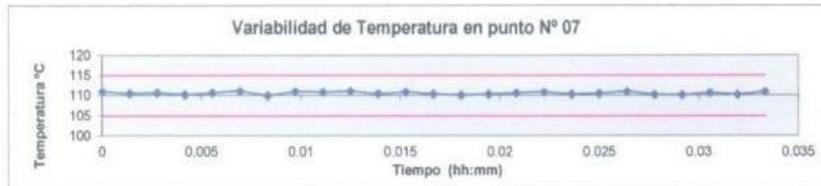
GRÁFICO



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Cornejo



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



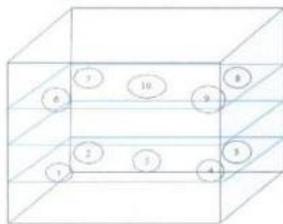
NIVEL INFERIOR

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnicci  
METROLOGÍA





GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

**Observaciones**

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Arévalo Camero  
METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**

Asoc. Vív. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 496-8887 / + 51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

## Anexo 7. Informe de ensayo de agregado grueso



### INFORME DE ENSAYO N° 0501

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
Tesista : REQUE LLONTOPI RAUL ELIEZER  
Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

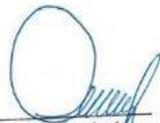
ENSAYO : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.185 - 2002

**Muestra** : Agregado Grueso  
**Cantera** : Tres Tomas - Ferreñafe

Número de determinación		1
Código de tara		T-1
Peso muestra húmeda + peso de tara	g	1235.6
Peso muestra seca + peso de tara	g	1231.5
Peso de agua	g	4.1
Peso de tara	g	85.3
Peso neto muestra seca	g	1146.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.36

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
German Oscar Gastelo Chirinos  
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



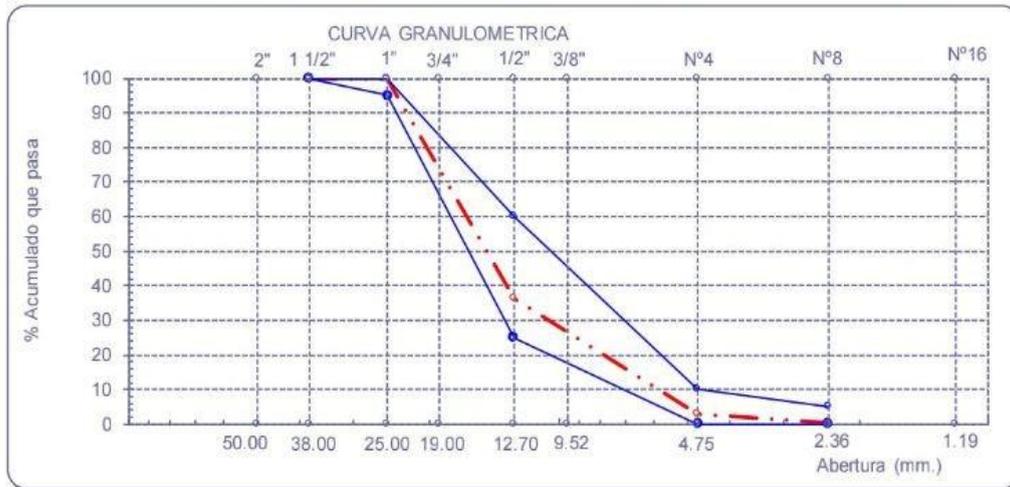
  
Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPI RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

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

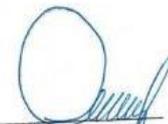
Muestra : Agregado Grueso  
 Canteras : Tres Tomas - Ferreñafe

Malla		(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa	Huso 57	
2"	50.00	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.2	0.2	99.8	95.0	100.0
3/4"	19.00	16.1	16.4	83.6		
1/2"	12.70	47.2	63.6	36.4	25.0	60.0
3/8"	9.52	15.5	79.0	21.0		
N° 04	4.75	18.0	97.1	2.9	0.0	10.0
N° 08	2.36	2.5	99.5	0.5	0.0	5.0
N° 16	1.19	0.1	99.7	0.3		
Fondo		0.3	99.9	0.1		
Tamaño Máximo		3/4"	25.00			
Tamaño Máximo Nominal		1/2"	19.00			



OBSERVACIONES :

1- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPI RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado  
 REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : Agregado Grueso  
 Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

**PESO UNITARIO SUELTO**

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra contenida	g	16459.0
Peso de molde de ensayo vacío	g	8721
Peso neto muestra contenida	g	7738.0
Volumen del molde de ensayo	m <sup>3</sup>	0.00544
Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1421
Peso unitario suelto seco	kg/m <sup>3</sup>	1416

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra húmeda	g	17241.5
Peso de molde de ensayo vacío	g	8721
Peso neto muestra contenida	g	8520.5
Volumen del molde de ensayo	m <sup>3</sup>	0.00544
Peso unitario compactado húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1565
Peso unitario compactado seco	kg/m <sup>3</sup>	1560

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

**INFORME DE ENSAYO N° 0501**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOP RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.  
 REFERENCIA : NTP 400.022

**Muestra** : Agregado Grueso  
**Cantera** : Tres Tomas - Ferreñafe

**A.- Datos de la Grava**

1.- Peso de la muestra seca al horno	g	1318
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g	1332
3.- peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	g	1631
4.- Peso de la canastilla	g	794
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	g	837

**B.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA.	g/cm <sup>3</sup>	2.663
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm <sup>3</sup>	2.691
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm <sup>3</sup>	2.740
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	1.06

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

## Anexo 8. Informe de ensayo de agregado fino



### INFORME DE ENSAYO N° 0501

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
Tesista : REQUE LLONTOPI RAUL ELIEZER  
Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

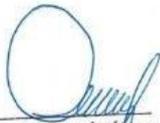
ENSAYO : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.185 - 2002

Muestra : Agregado Fino  
Cantera : La Victoria - Pátapo

Número de determinación		1
Código de tara		T-1
Peso muestra húmeda + peso de tara	g.	535.2
Peso muestra seca + peso de tara	g.	526.2
Peso de agua	g.	9.0
Peso de tara	g.	35.2
Peso neto muestra seca	g.	491.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	1.83

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
German Oscar Gastelo Chirinos  
TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP. 123351

**INFORME DE ENSAYO N° 0501**

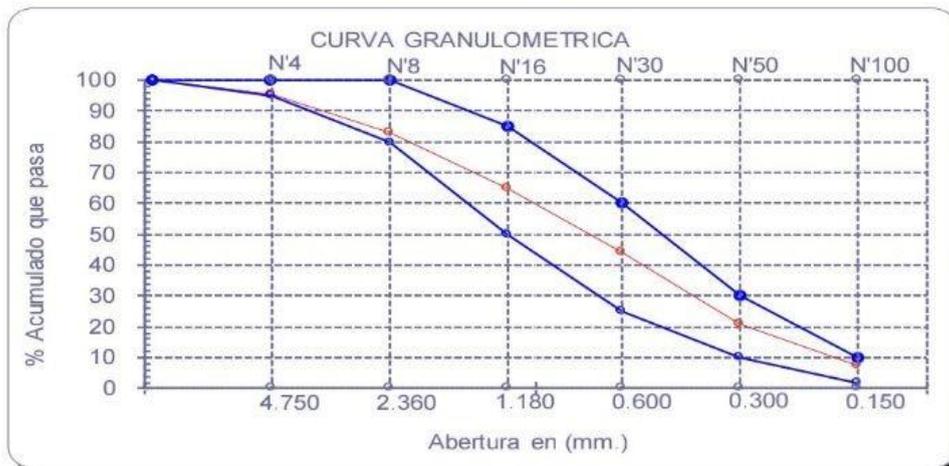
(Pag. 1 de 1)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPO RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

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

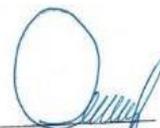
**Muestra** : Agregado Fino  
**Cantera** : La Victoria - Pátapo

Malla		(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	4.7	4.7	95.3	95	100
N° 08	2.360	12.1	16.8	83.2	80	100
N° 16	1.180	18.4	35.2	64.8	50	85
N° 30	0.600	20.5	55.7	44.3	25	60
N° 50	0.300	23.5	79.2	20.8	10	30
N° 100	0.150	13.3	92.5	7.5	2	10
Fondo		7.5	100.0	0.0		
Módulo de Fineza			2.841			
Abertura de malla de referencia			9.500			



**OBSERVACIONES :**

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

**INFORME DE ENSAYO N° 0501**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPI RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado  
 NORMA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Muestra** : Agregado Fino  
**Cantera** : La Victoria - Pátapo

**PESO UNITARIO SUELTO**

Molde de ensayo		A	B	PROMEDIO
Peso de molde de ensayo + peso muestra contenida	g	9661.0	9674.0	9667.5
Peso de molde de ensayo	g	6310.0	6310.0	
Peso neto muestra contenida	g	3351.0	3364.0	3357.5
Volumen del molde de ensayo	m <sup>3</sup>	0.00212307		
Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1578	1584	1581
Peso unitario suelto seco	kg/m <sup>3</sup>	1550	1556	1553

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Molde de ensayo		A	B	PROMEDIO
Peso de molde de ensayo + peso muestra contenida	g	10040.0	10045.0	10042.5
Peso de molde de ensayo	g	6310.0	6310.0	
Peso neto muestra contenida	g	3730.0	3735.0	3732.5
Volumen del molde de ensayo	m <sup>3</sup>	0.00212307		
Peso unitario suelto húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1757	1759	1758
Peso unitario suelto seco	kg/m <sup>3</sup>	1725	1728	1726

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

**INFORME DE ENSAYO N° 0501**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPO RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

ENSAYO AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.  
 REFERENCIA : NTP 400.022

**Muestra** : Agregado Fino  
**Cantera** : La Victoria - Pátapo

**A.- Datos de la arena**

1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	918.4
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	g	609.6
4.- Peso del Agua.	g	308.8
5.- Peso del Frasco	g	109.6
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	g	604.7
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	495.1
8.- Volumen del frasco.	cm <sup>3</sup>	500.0

**B.- Resultados**

A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	g/cm <sup>3</sup>	2.589
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm <sup>3</sup>	2.615
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm <sup>3</sup>	2.658
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	0.99

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

  
 German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



  
 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

## Anexo 9. Informe de ensayo de diseño de mezcla



### INFORME DE ENSAYO N° 0501

Pag. 1 de 2

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesista : REQUE LLONTOPO RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

#### DISEÑO DE MEZCLA FINAL

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

#### CEMENTO:

1.- Tipo de cemento : Cemento Tipo I  
 2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS :

##### Agregado fino :

Cantera : La Victoria - Pátapo  
 1.- Peso específico de masa : 2.589 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.6151 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto : 1553 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado : 1726 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción : 1.0 %  
 6.- Contenido de humedad : 1.8 %  
 7.- Módulo de finiza : 2.841

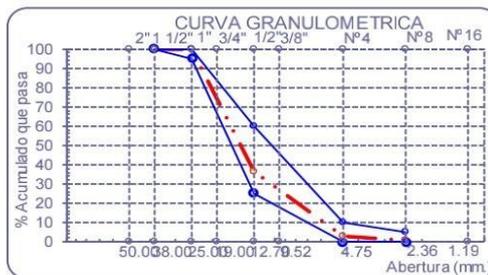
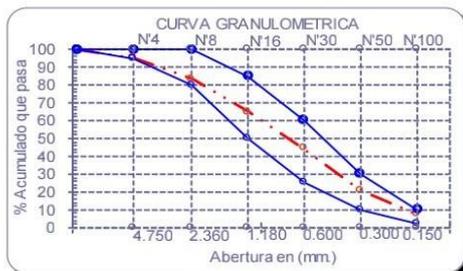
##### Agregado grueso :

Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe  
 1.- Peso específico de masa : 2.663 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.691 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto : 1416 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado : 1560 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción : 1.1 %  
 6.- Contenido de humedad : 0.4 %  
 7.- Tamaño máximo : 3/4" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal : 1/2" Pulg.

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
N° 04	4.7	95.3
N° 08	12.1	83.2
N° 16	18.4	64.8
N° 30	20.5	44.3
N° 50	23.5	20.8
N° 100	13.3	7.5
Fondo	7.5	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.2	99.8
3/4"	16.1	83.6
1/2"	47.2	36.4
3/8"	15.5	21.0
N° 04	18.0	2.9
N° 08	2.5	0.5
N° 16	0.1	0.3
Fondo	0.3	0.0



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351

Expediente N° : 425 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Tesisista : REQUE LLONTOPO RAUL ELIEZER  
 Universidad : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN  
 Proyecto : "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZAS DE CASCARA DE PALMA"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Agosto del 2023

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

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

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2362 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 3 días : 100 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 3 días : 48 %  
 Resistencia promedio a los 7 días : 162 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 77 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.8 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.632

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 417 Kg/m<sup>3</sup> : Cemento Tipo I  
 Agua 263 L : Agua Potable de la Zona.  
 Agregado fino 724 Kg/m<sup>3</sup> : La Victoria - Pátapo  
 Agregado grueso 957 Kg/m<sup>3</sup> : Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.74	2.30	26.9	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1.00	1.68	2.43	26.9	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos  
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP. 123351



Colegiatura N° 183782

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
Maro Antonio Saucedo Valdivia	Universidad Pedro Ruiz Gallo	Evaluación del comportamiento Mecánico del Concreto con Ceniza de Cascara de Palma.	Raul Eliezer Reque Llontop
<b>Título de la Investigación:</b> "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON GENIZA DE CASCARA DE PALMA."			

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
1	ACUERDO	APLICABLE
2	ACUERDO	APLICABLE
3	ACUERDO	APLICABLE
4	ACUERDO	APLICABLE

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

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Probetas</b>								
1	Comprensión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de Elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: .....  
 Especialidad: Ing. Civil

MARCO ANTONIO SAUCEDO VALDIVIA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 183782

**Colegiatura N° 84974**

**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
Carlos Alberto Perales Pita	Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	Evaluación del comportamiento Mecánico del Concreto con Ceniza de Cáscara de Palma.	Raul Eliezer Reque Llontop
<b>Título de la Investigación:</b> "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZA DE CÁSCARA DE PALMA."			

**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.

ÍTEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	ACUERDO	APLICABLE
2	ACUERDO	APLICABLE
3	ACUERDO	APLICABLE
4	ACUERDO	APLICABLE

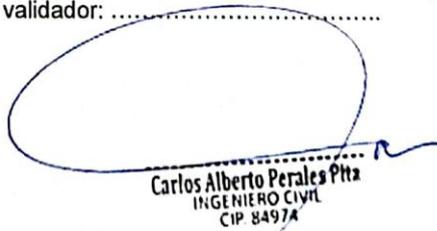
**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Probetas</b>								
1	Comprensión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de Elasticidad	X		X			X	X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
Apellidos y nombres del juez validador: .....

Especialidad: Ing. Civil



Carlos Alberto Perales Pita  
INGENIERO CIVIL  
CIP 84974

Colegiatura N° 247632

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
Yenathan Jesus Montezza Garrido	Evaluador de Proyectos - Municipalidad de Pimentel	Evaluación del comportamiento Mecánico del Concreto con Ceniza de Cáscara de Palma.	Raul Eliezer Reque Llantop
<b>Título de la Investigación:</b> "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZA DE CÁSCARA DE PALMA."			

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
1	A	APLICABLE
2	A	APLICABLE
3	A	APLICABLE
4	A	APLICABLE

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

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Probetas</b>								
1	Comprensión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de Elasticidad	X			X	X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: .....

Especialidad: Ing. Civil

  
 Ing. Yenathan Jesus Montezza Garrido  
 Reg. CIP N° 247632  
 Ingeniero Civil

**Colegiatura N° 293811**

**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
Santos Maximo Fiestas Patazca	Asistente de Residencia	Evaluación del comportamiento Mecánico del Concreto con Ceniza de Cáscara de Palma.	Raul Eliezer Reque Lintop
<b>Título de la Investigación:</b> "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON GENIZA DE CÁSCARA DE PALMA."			

**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
1	A	APLICABLE
2	A	APLICABLE
3	A	APLICABLE
4	A	APLICABLE

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

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Comprensión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X			X	X		X	
4	Módulo de Elasticidad	X		X			X	X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: .....

Especialidad: Ing. Civil

  
SANTOS MAXIMO FIESTAS PATAZCA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 293811

**Colegiatura N° 215022**

**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
CARLOS ENRIQUE CALLE NIZAMA	COORDINADOR DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO EN LA UNPRG	Evaluación del comportamiento Mecánico del Concreto con Ceniza de Cascara de Palma.	Raul Eliezer Reque Llontop
<b>Título de la Investigación:</b> "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZA DE CASCARA DE PALMA."			

**II. Aspectos de validación de cada Item**

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
1	ACUERDO	APLICABLE
2	ACUERDO	APLICABLE
3	ACUERDO	APLICABLE
4	ACUERDO	APLICABLE

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

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Probetas</b>								
1	Comprensión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	Módulo de Elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: .....

Especialidad: Ing. Civil

  
 CARLOS ENRIQUE CALLE NIZAMA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 215022

**Anexo 11.** Instrumento de validación estadística con criterio jueces expertos  
y criterio de muestra piloto



**INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA  
CON CRITERIO JUECES EXPERTOS Y CRITERIO  
MUESTRA PILOTO**

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS**

**INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZA DE CÁSCARA DE PALMA."**

CLARIDAD				
EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO CON CENIZA DE CASCASARA DE PALMA				
CONCRETO PATRON + 2% CCP				
	Compresión	Flexion	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	1.00	1.00	1.00	1.00
V de Alken por preg=	1.00			

CONTEXTO				
EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO CON CENIZA DE CASCASARA DE PALMA				
CONCRETO PATRON + 2% CCP				
	Compresión	Flexion	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	0
JUEZ 4	1	1	0	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	4	4
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	1.00	1.00	0.80	0.80
V de Alken por preg=	0.90			

CONGRUENCIA				
EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO CON CENIZA DE CASCASARA DE PALMA				
CONCRETO PATRON + 2% CCP				
	Compresión	Flexion	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	0
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	0
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	3
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	1.00	1.00	1.00	0.60
V de Alken por preg=	0.90			

DOMINIO DEL CONSTRUCTO				
EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DEL CONCRETO CON CENIZA DE CASCASARA DE PALMA				
CONCRETO PATRON + 2% CCP				
	Compresión	Flexion	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1
s	5	5	5	5
n	5	5	5	5
c	2	2	2	2
V de Alken por preg=	1.00	1.00	1.00	1.00
V de Alken por preg=	1.00			

V del Alken del  
instrumento por  
Jueces expertos

0.95

  
Luis Arturo Montenegro Camacho  
LIC. ESTADÍSTICA  
MG. INVESTIGACIÓN  
DR. EDUCACION  
COESPE 262

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO CON CENIZA DE CÁSCARA DE PALMA.

Ensayo de Resistencia a la compresión de probetas de concreto.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.980	.985	5

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
CONCRETO PATRÓN	583.5600	27456.870	.877	.877	.988
CP + 2% CCP	592.0830	22601.624	.982	.976	.969
CP + 4% CCP	606.2410	21720.390	.979	.973	.971
CP + 6% CCP	617.1080	24887.894	.980	.985	.971
CP + 8% CCP	618.9560	22050.732	.964	.980	.973

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	66444.971	9	7382.775		
Intra sujetos					
Entre elementos	9594.900	4	2398.725	16.177	<.001
Residuo	5338.049	36	148.279		
Total	14932.949	40	373.324		
Total	81377.921	49	1660.774		

Media global = 150.8974

**Ensayo de Resistencia a la Flexión de probetas de concreto.**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de	
Cronbach	N de elementos
,903	5

**Estadísticas de total de elemento**

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
CONCRETO PATRÓN	126,8200	509,339	,544	,931
CP + 2% CCP	122,8467	467,378	,754	,904
CP + 4% CCP	123,4867	252,840	,983	,845
CP + 6% CCP	128,6500	303,648	,944	,838
CP + 8% CCP	128,6433	357,191	,919	,847

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		576,781	5	115,356		
Intra sujetos	Entre elementos	185,415	4	46,354	4,148	,013
	Residuo	223,493	20	11,175		
	Total	408,909	24	17,038		
Total		985,690	29	33,989		

Media global = 31,5223

**Ensayo de Resistencia a la Tracción de probetas de concreto.**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,852	5

**Estadísticas de total de elemento**

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
CONCRETO PATRÓN	57,2300	92,596	,568	,847
CP + 2% CCP	64,2317	108,599	,842	,834
CP + 4% CCP	61,8333	56,607	,802	,833
CP + 6% CCP	64,9350	92,575	,860	,791
CP + 8% CCP	64,4100	92,181	,739	,808

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	133,374	5	26,675		
Intra sujetos					
Entre elementos	244,737	4	61,184	15,529	,000
Residuo	78,798	20	3,940		
Total	323,535	24	13,481		
Total	456,909	29	15,755		

Media global = 15,6320

**Ensayo de módulo de Elasticidad de probetas de concreto.**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de	
Cronbach	N de elementos
,857	5

**Estadísticas de total de elemento**

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
CONCRETO PATRÓN	378754,0100	22200065312	,909	,790
CP + 2% CCP	217357,1900	22782669579	1,000	,788
CP + 4% CCP	392565,7833	29315535784,	,993	,876
CP + 6% CCP	327229,4500	10847805315,	,927	,846
CP + 8% CCP	374592,2467	21372974961,	,663	,829

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		12853990486	2	6426995243		
Intra sujetos	Entre elementos	61943847520	4	15485961880	16,800	,001
	Residuo	7374254121	8	921781765,161		
	Total	69318101642	12	5776508470		
Total		82172092128	14	5869435152		

Media global = 84524,9340

En las tablas se observa que, el instrumento sobre "Evaluación del comportamiento Mecánico del Concreto con Ceniza de Cáscara de Palma." es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo  $p < 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de Cronbach es mayor a 0.85)

  
Luis Arayo Montenegro, Car.  
LIC. ESTADÍSTICA  
MG. INVESTIGACIÓN  
DR. EDUCACIÓN  
COESPE 262