



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Análisis de propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>,  
sustituyendo cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio,  
Chimbote, 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Rodriguez Diaz, Estefany Briggitt (orcid.org/0000-0001-6364-774X)

Romero Bayona, Julio Paulo (orcid.org/0000-0001-9896-8383)

**ASESOR:**

Mgtr. Muñoz Arana, Jose Pepe (orcid.org/0000-0002-9488-9650)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHIMBOTE – PERÚ**

**2023**

## DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a Dios por permitirme seguir de pie y no rendirme en el transcurso de esta carrera, a Luis Rodriguez y Rosa Diaz, mis padres y motores más grandes en mi vida. Por último, a mis hermanas que son mis más grandes fuentes de inspiración por apoyarme y estar siempre conmigo.

Rodriguez, Estefany

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso y a la vez a mis padres y hermanos por brindarme su apoyo incondicional.

Romero, Paulo

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme un día más de vida, por darme la sabiduría en momentos necesarios, por no abandonarme nunca y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencia y sobre todo felicidad.

A mis padres, por ser mi motor más grande en esta vida y por estar siempre cuando más los necesito.

A mis maestros, por brindarme cada una de sus enseñanzas y experiencias en clase, por no solo orientarme como estudiante si no como una futura colega.

Rodriguez, Estefany

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme lograr todo lo obtenido durante este tiempo, por acompañarme en cada paso brindado en el transcurso de toda mi carrera, en segundo lugar, a mi familia por su inmenso apoyo, motivación y amor, y, por último, a nuestro asesor por compartirnos sus conocimientos y consejos para poder llegar a la meta.

Romero, Paulo

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MUÑOZ ARANA JOSE PEPE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Análisis de propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, Chimbote, 2023", cuyos autores son ROMERO BAYONA JULIO PAULO, RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHIMBOTE, 26 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MUÑOZ ARANA JOSE PEPE DNI: 32980000 ORCID: 0000-0002-9488-9850	Firmado electrónicamente por: JMUNOZA el 02-12- 2023 09:26:38

Código documento Trilce: TRI - 0665703



# DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, ROMERO BAYONA JULIO PAULO, RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de propiedades físico-mecánicas del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, Chimbote, 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
ESTEFANY BRIGGIT RODRIGUEZ DIAZ <b>DNI:</b> 75931612 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6364-774X	Firmado electrónicamente por: ERODRIGUEZDI7 el 26-11-2023 08:06:33
JULIO PAULO ROMERO BAYONA <b>DNI:</b> 70843169 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9896-8383	Firmado electrónicamente por: JROMEROBA4 el 26-11-2023 08:12:09

Código documento Trilce: TRI - 0665705



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA .....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y Operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5. Procedimientos .....	19
3.6. Método de análisis de datos .....	21
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN .....	48
VI. CONCLUSIONES .....	54
VII. RECOMENDACIONES .....	56
REFERENCIAS.....	57
ANEXOS .....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Cantidad de probetas a compresión – población.....	15
<b>Tabla 2:</b> Cantidad de probetas a flexión – población .....	16
<b>Tabla 3:</b> Cantidad de probetas a compresión - muestra .....	16
<b>Tabla 4:</b> Cantidad de probetas a flexión - muestra .....	17
<b>Tabla 5:</b> Ensayos de laboratorio .....	19
<b>Tabla 6:</b> Resultados del tamizado para el agregado fino .....	23
<b>Tabla 7:</b> Resultados del tamizado para el agregado grueso.....	25
<b>Tabla 8:</b> Resultados del análisis químico.....	27
<b>Tabla 9:</b> Resultados del tamizado para la ceniza de cáscara de trigo .....	28
<b>Tabla 10:</b> Resultados del análisis de calidad .....	29
<b>Tabla 11:</b> Resultados del tamizado para la viruta de aluminio.....	30
<b>Tabla 12:</b> Resultados del diseño de mezcla del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	32
<b>Tabla 13:</b> Anova para res. de compresión a 7d. de muestra patrón y sustituidas.	37
<b>Tabla 14:</b> TUKEY para la resistencia a la compresión a los 7 días .....	38
<b>Tabla 15:</b> Anova para res.de compresión a 14d. de muestra patrón y sustituidas	39
<b>Tabla 16:</b> TUKEY para la resistencia a la compresión a los 14 días .....	40
<b>Tabla 17:</b> Anova para res.de compresión a 28d. de muestra patrón y sustituidas	40
<b>Tabla 18:</b> TUKEY para la resistencia a la compresión a los 28 días .....	41
<b>Tabla 19:</b> Anova para la res. de flexión a 7d. de muestra patrón y sustituidas.....	42
<b>Tabla 20:</b> TUKEY para la resistencia a la flexión a los 7 días.....	43
<b>Tabla 21:</b> Anova para la res. de flexión a 14d. de muestra patrón y sustituidas...	44
<b>Tabla 22:</b> TUKEY para la resistencia a la flexión a los 14 días.....	45
<b>Tabla 23:</b> Anova para la res. de flexión a 28d. de muestra patrón y sustituidas...	46
<b>Tabla 24:</b> TUKEY para la resistencia a la flexión a los 28 días.....	47

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Curva granulométrica del agregado fino .....	23
<b>Gráfico 2:</b> Resultados de los ensayos del agregado fino .....	24
<b>Gráfico 3:</b> Curva granulométrica del agregado grueso.....	25
<b>Gráfico 4:</b> Resultados de los ensayos del agregado grueso .....	26
<b>Gráfico 5:</b> Curva granulométrica de la ceniza de cáscara de trigo .....	28
<b>Gráfico 6:</b> Curva granulométrica de la viruta de aluminio.....	31
<b>Gráfico 7:</b> Resultados del ensayo de compresión de la muestra patrón .....	33
<b>Gráfico 8:</b> Resultados del ensayo de compresión de las muestras sustituidas ....	34
<b>Gráfico 9:</b> Resultados del ensayo de flexión de la muestra patrón .....	35
<b>Gráfico 10:</b> Resultados del ensayo de flexión de las muestras sustituidas .....	36



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diseño de investigación .....	11
<b>Figura 2:</b> Curva F de Snedecor (R. Compresión a 7 días) .....	37
<b>Figura 3:</b> Curva F de Snedecor (R. Compresión a 14 días) .....	39
<b>Figura 4:</b> Curva F de Snedecor (R. Compresión a 28 días) .....	41
<b>Figura 5:</b> Curva F de Snedecor (R. Flexión a 7 días) .....	43
<b>Figura 6:</b> Curva F de Snedecor (R. Flexión a 14 días) .....	45
<b>Figura 7:</b> Curva F de Snedecor (R. Flexión a 28 días) .....	46

## RESUMEN

La investigación realizada sostuvo como objetivo primordial analizar los efectos de las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio. El tipo de investigación fue aplicada con enfoque cuantitativo, y el estudio realizado es un diseño experimental de tipo cuasiexperimental. Para la muestra se consideró 72 probetas. Las muestras fueron: 18 para la muestra convencional y 54 probetas para el concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  sustituyendo las cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio por el agregado fino, en porcentajes de 10%, 15% y 20%. De las cuales 27 probetas fueron para resistencia a la compresión y 27 para resistencia a la flexión. Obteniendo así resultado de un 10% de mejora en comparación a la muestra convencional en cuanto a la resistencia a la compresión a los 28 días. Debido a esto se concluye que la sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ , y en mayor proporción al sustituir en un 15%.

**Palabras clave:** Cenizas de cáscara de trigo, viruta de aluminio, concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia a la flexión, resistencia a la compresión.

## ABSTRACT

The main objective of the research carried out was to analyze the effects of the physical-mechanical properties of concrete  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , replacing wheat husk ash and aluminum shavings. The type of research was applied with a quantitative approach, and the study carried out is a quasi-experimental experimental design. For the sample, 72 probes were estimated. The samples were: 18 for the conventional sample and 54 probes for the concrete  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , replacing the wheat husk ash and aluminum shavings with the fine aggregate, in percentages of 10%, 15% and 20 %. Of which 27 probes were for compressive strength and 27 for flexural strength. Thus obtaining a result of a 10% improvement compared to the conventional sample in terms of compressive strength after 28 days. Due to the above, it is concluded that the substitution of wheat husk ash and aluminum shavings improves the physical-mechanical properties of the concrete  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ , and in a greater proportion by replacing 15%.

**Keywords:** Wheat husk ashes, aluminum shavings, concrete  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , flexural strength, compression strength.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La producción de concreto es una actividad industrial crucial en la industria de la construcción a nivel global y está estrechamente ligada al crecimiento económico del país en el que se lleva a cabo (Ofuyatan et al., 2019, p. 25). Sin embargo, la falta de una gestión ambiental efectiva puede tener impactos significativos en el entorno, debido al uso intensivo de recursos y energía en su fabricación, lo que resulta en la generación de residuos, emisiones y vertidos contaminantes. La producción de concreto es responsable del 7% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> (Ofuyatan et al., 2019, p. 25).

Además, el concreto tiene limitaciones en cuanto a su resistencia a la compresión y a la flexión, que se derivan de su baja conductividad térmica, lo que puede causar contracciones excesivas y fisuras en la estructura (García, Castellanos y Gómez, 2021, p. 20).

Históricamente, el concreto ha sido popular debido a su facilidad de manejo, resistencia y versatilidad en diversas aplicaciones (Dai, 2017, p. 231). No obstante, Arribas, Vegas y San José (2019) proponen un enfoque recomendado para su uso en túneles que implica la incorporación de residuos de aluminio en forma de fibras o polvo como agente estabilizador. Esta variante reemplaza el agregado fino, mejorando la consistencia de la mezcla y evitando posibles fisuras debido a contracciones, ya que el aluminio es un buen conductor térmico. Además, la reutilización de los residuos de aluminio busca reducir el consumo de energía eléctrica en su transformación líquida en un 5% (p. 170).

Otra opción para abordar el impacto ambiental del concreto sería sustituir el agregado fino por cáscara de trigo en la mezcla, con el objetivo de reducir la necesidad de dicho agregado y disminuir la sobreexplotación de recursos (Asal et al., 2019, p. 12950).

En la zona local de Chimbote, se observa una considerable demanda de construcciones informales, las cuales carecen de estrategias para reducir sus impactos ambientales. En este contexto, el concreto en sus diversas resistencias se convierte en la principal fuente de contaminación. Además, es importante destacar

que el comportamiento del concreto no siempre coincide con las expectativas debido a la calidad de los materiales utilizados.

De lo anteriormente mencionado, se formuló la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los efectos que genera la sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?; posterior a ello, se planteó las siguientes interrogantes específicas: ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de los agregados utilizados en el concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , según los resultados de los ensayos en laboratorio?, ¿Cuál es la composición química de las cenizas de cáscara de trigo utilizadas como sustituto en el concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , de acuerdo con los resultados del análisis químico?, ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de la viruta de aluminio empleada en el concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , según los resultados del ensayo granulométrico?, ¿Cuál es el efecto que se genera al sustituir el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?, ¿Cuál es el efecto que se genera al sustituir el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ?

A continuación, se ofrece una justificación tanto teórica como práctica para esta investigación. Dado el amplio uso del concreto en la construcción, se mantiene una constante búsqueda de nuevas tecnologías para mejorarlo. Por lo tanto, el objetivo central de este estudio es adquirir conocimiento y comparar el rendimiento de la cáscara de trigo y la viruta de aluminio, ambas de las cuales ofrecen mayor estabilidad y conductividad térmica en la mezcla de concreto. La justificación práctica se alinea con los objetivos definidos en el proyecto de investigación, y los resultados obtenidos permitirán analizar y determinar el comportamiento de la viruta de aluminio y la cáscara de trigo en el concreto. En última instancia, el propósito es abordar las limitaciones recurrentes que suelen presentarse en la calidad del concreto, particularmente en la región de Nuevo Chimbote y en un contexto más amplio.

Además, se justifica la investigación desde un enfoque metodológico. Para lograr los objetivos establecidos, se aplicarán técnicas y protocolos que incluyen procedimientos específicos. Es relevante subrayar que estos protocolos representan fuentes confiables que se encargarán de evaluar el impacto de la cáscara de trigo y la viruta de aluminio en la calidad del concreto.

Asimismo, se ha respaldado la razón para llevar a cabo este estudio desde una perspectiva social, ya que, al abordar cuestiones prácticas, se busca proporcionar respuestas a los desafíos que surgen en la sociedad debido a la presencia de concreto de baja calidad. Además, se ha planteado una justificación ambiental, ya que la incorporación del aluminio contribuirá a evitar la necesidad de reconvertirlo en estado líquido, lo que conlleva un beneficio en términos de sostenibilidad.

Para conseguir lo descrito, se plantea como objetivo general: analizar los efectos de las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , sustituyendo cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, Chimbote, 2023, para lograr el objetivo propuesto se necesitará, identificar las características físico-mecánicas de los agregados para el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  mediante los estudios de granulometría, de igual manera, determinar la composición química de las cenizas de cascara de trigo mediante el análisis por fluorescencia de rayos-x dispersiva en energía, del mismo modo, determinar las características físico-mecánicas de la viruta de aluminio mediante un ensayo granulométrico, así como, determinar la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo el agregado fino con cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en 10%, 15% y 20%, y por último, determinar la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo el agregado fino con cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en 10%, 15% y 20%.

Ante lo propuesto, se formula las siguientes hipótesis:  $H_i$ : La sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ ;  $H_o$ : La sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio no mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ .

## II. MARCO TEÓRICO

Ante los constantes problemas cotidianos que genera el uso excesivo de aluminio, como el déficit del concreto y los beneficios de las cenizas de cáscara de trigo los investigadores alrededor del mundo han estado definiendo nuevas metodologías, por ello, se recopiló información que respalde lo que se propuso en los objetivos:

Iniciando en el ámbito internacional Vamaya y Araque, (2020) tuvieron como objetivo utilizar la escoria de acero en una nueva creación de concreto que muestre un desarrollo sostenible, con una metodología de enfoque experimental y correlacional se mostraron resultados tales como el uso de escoria puede lograr mejorar la resistencia del concreto, esto gracias a una mejor adhesión. Realizando ensayos con dosificaciones de 5%, 10% y 15%, se concluyó que la muestra que contiene un 15% de fibra de acero muestra una mayor resistencia, con un mejoramiento del 3% en comparación con la muestra estándar (pp. 101 – 203).

Por su parte, Borda (2018) realizó un estudio utilizando una metodología cuantitativa, experimental y longitudinal. Se evaluaron tres grados de concreto y se añadieron cinco porcentajes que ayudaron en el desarrollo de la investigación. Se analizaron la resistencia a la compresión (RC) y la resistencia a la tracción (RT) del concreto después de 28 días. Las muestras de laboratorio se dividieron en diferentes grupos y se descubrió que la adición de un 0.5% de fracciones de aluminio y acero mejorando sus propiedades. Sin embargo, se observó que, al aumentar la muestra, hubo una disminución en estas propiedades (pp. 140-150).

Por otro lado, Díaz y Mogollón (2020) planteando como objetivo analizar el uso de virutas de acero al carbón en la producción de concreto estructural mediante una metodología experimental, obtuvo resultados a partir de pruebas de compresión y flexión arrojaron que, al agregar 8%, 10% y 12% de la muestra a variar, se obtuvieron mejoras en la resistencia del concreto a los 14 y 28 días, de tal forma que pudieron concluir que la incorporación de un 10% de residuo de acero tuvo efectos en la mezcla (pp. 90-123).

Por otra parte, Galvez y Vergara (2017) determinaron si el hormigón simple adicionado con viruta de aluminio, puede ser utilizado como material alternativo para la construcción, bajo una metodología de tipo aplicada, experimental, lograron obtener resultados como la adición del 5%, 10% y 20% presentando del 15% al 23% (0% de adición) concluyendo se puede decir que la resistencia disminuye proporcionalmente al incremento en el porcentaje de aluminio añadido. (pp.123-150).

Por su parte, Guerrero (2018), estableció el propósito de lograr un diseño de mezcla ideal para integrar fibras de aluminio reciclado y averiguar su capacidad de resistencia a la compresión del concreto. Con un método cuantitativo y longitudinal, se obtuvo resultados que señalan que las resistencias a la compresión varían en 0.00%, 0.25% y 0.30%, en distintos momentos de tiempo de 7,14 y 28 días al agregar fibra de aluminio. Desde esta información, se deduce que el porcentaje de 0.30% tiene una excelente propiedad de resistencia a la compresión. (pp. 213-320).

A su vez, Capillo y Palma (2020), propusieron desarrollar una mezcla de hormigón que incorpore proporciones de cascara de trigo en una resistencia de  $F'_{C} = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Utilizando el método experimental-descriptivo se llevó a cabo la adición de trigo de 0.5%, 1% y 1.5 que mostraron que el concreto tenga una disminución de trabajabilidad de 42%, 60% y 33% y una consistencia de 6", concluyendo así la inclusión de paja de trigo tiene un efecto importante en las características físicas y mecánicas del cemento. (pp. 11-159).

Por otro lado, al añadir virutas de acero en porcentajes del 5%, 10% y 15%, se puede obtener cargas de 6852 kg, 4521.07 kg y 7429.5 kg con deformaciones de 1.4 mm, 2.96 mm y 2.9 mm a los 14 días, y cargas de 8947.7 kg, 6467 kg y 7328.3 kg con deformaciones de 2.72 mm, 1.39 mm y 1.86 mm a los 28 días, se llegó a la conclusión, que la adición de virutas de acero mejora la resistencia a la tracción del concreto, permitiendo que se deforme sin llegar a romperse, por lo que se recomienda agregar un 10% de virutas de acero (Izquierdo, Izquierdo y Ramalho, 2018, p. 11)



En cuanto a López (2018) con la finalidad de analizar el impacto de agregar una combinación de arcilla y ceniza de paja de trigo en lugar del 4% de cemento, los investigadores utilizaron un método cuantitativo cuasi-experimental y lograron obtener ciertos resultados. Después de 28 días, se determinó que la fuerza del concreto patrón era de 225.74 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que la sustitución del 4% de ceniza de paja de trigo y arcilla arrojó una resistencia de compresión de 225.37 kg/cm<sup>2</sup>, lo que equivale a una diferencia del 0.18%. En conclusión, se evidenció que la sustitución del cemento por la combinación antes mencionada logró valores óptimos en la mezcla.

Por otro lado, Aroñe (2020) propuso analizar las características físicas y mecánicas del hormigón, al incorporar residuo de aluminio reciclado. Con un método experimental, llegó a resultados tales como, al agregar 0.5%, 1.5% y 3.5% de virutas de aluminio y acero que incluyen propiedades físicas como el asentamiento (entre 2.9" y 4"), el contenido de aire (entre 2% y 4.3%) y el peso unitario del concreto (entre 11,750 gramos y 11,960 gramos), concluyendo así, la capacidad de oponerse a compresión axial y la resistencia a flexión, y se encontraron valores óptimos de 212.32 kg/cm<sup>2</sup>, 269 kg/cm<sup>2</sup> y 290.54 kg/cm<sup>2</sup> para los distintos períodos de evaluación (pp. 96-100).

De igual modo, Díaz (2021) analizó el uso de la ceniza de panca de maíz como aditivo en la elaboración de un diseño de mezcla comparando el rendimiento de diferentes porcentajes de CPM (6%, 9% y 12%) comparando la preparación de mezcla tradicional. Utilizando un método experimental descriptiva y comparativa, y los resultados muestran una mayor resistencia en el concreto el cual se añadió un 12% del material a investigar, mientras que un 10% resultó en una resistencia de 236.87 kg / cm<sup>2</sup> y un 15% logró una resistencia de 264.36 kg / cm<sup>2</sup>. (pp. 80-150)

No obstante, se profundizará en el tema para poder cumplir con los objetivos del proyecto, por ello, se requirió definir conceptos relacionados al tema; se partió desde la definición del hormigón, el cual, se compone básicamente de tres componentes: áridos, pasta y agua (Kafayatullah et al., 2012, pp. 3177).

De tal manera, para conseguir el conglomerado de agregados se requiere generalmente A fina y A. Gruesa. La primera es la arena artificial o natural con granulometrías que llegan hasta los 10 mm. La especificidad de A. gruesa es mayor, pero puede darse una diferencia de 152 mm (Pavan et al., 2020, p. 27). Es habitual utilizar áridos de hasta 25 mm de tamaño máximo. De manera similar, una pasta es una mezcla de CP, agua y aire atrapado. Generalmente, las pastas constituyen el 25-40% del total del hormigón. Dependiendo del tamaño del agregado grueso, este puede representar el 8% del volumen total en comparación con el contenido de aire del concreto (Gulmez, 2020, p. 120).

A la vez, la selección correcta del árido para el hormigón es crucial ya que representa el 60-75% del total. Debe ser resistente y duradero ante los agentes ambientales y no dañar el conglomerado (Hkhudhair, 2022, p. 125). El árido se compone de diversos materiales como rocas, partículas, y materia lítica provenientes de la descomposición natural de las rocas o de canteras y pueden ser triturados para obtener la forma y tamaño adecuados. Es recomendable tener una piedra con una granulometría uniforme para lograr una mezcla de concreto satisfactoria (Muhammad et al., 2022, p. 588).

Los ingenieros de hormigón prestan atención a la relación entre A/C, ya que esta es un factor fundamental en la durabilidad del material (David, 2019, p. 1306). Dicha relación aporta información que la relación agua-cemento tenga un valor más elevado para que el hormigón sea más manejable, pero si se utiliza agua en exceso para mejorar la maniobrabilidad, esto puede afectar negativamente la compresión y acelerar el desgaste de sus componentes, es necesario tener que tener en cuenta estas posibilidades (Merve, 2022, p. 1).

Cabe destacar otros beneficios de aportar la cantidad adecuada de agua en la mezcla: (i) aumentar la resistencia a la compresión (RC) y a la flexión (RF); (ii) se logra una baja permeabilidad, lo que da como resultado una hermeticidad mejorada y una higroscopicidad reducida; (iii) mejor resistencia a la intemperie; (iv) reducir las grietas por contracción (Nabil, 2015, p. 80). Cuanta más agua se utilice en la mezcla, mejor será la calidad del hormigón, menos H<sub>2</sub>O y más dura será la mezcla. Si la

vibración es buena, se podría utilizar mejor un compuesto más duro o más rígido. La consolidación vibratoria del hormigón ofrece ventajas económicas y cualitativas, ya que las mezclas más rígidas y duras son las más económicas. Ventajas económicas y mejora de la calidad del hormigón. (Siddique, 2018, p.90)

La durabilidad del concreto está ligada con las propiedades de los recursos (cemento, piedra, arena, agua), así como la relación entre ellos. Partiendo de esto, los morteros con diferentes calidades de árido grueso (consistencia, capacidad de oposición, textura, forma, etc.) producirán hormigones con diferentes resistencias. (Alfeehan et al., 2020, p.10)

Respecto a las propiedades mecánicas, para Qingke (2018) hace mención a la capacidad de oponerse a fuerzas externas que generan presión en el concreto (p. 3779). Por otro lado, uno de los métodos más comunes es elaborar cilindros de concreto generalmente de 6x12" de diámetro, posteriormente a los 28 días someterlo a rotura con una carga a definirse según diseño, previo a esto los cilindros deberán estar curados, de igual modo, cabe resaltar los datos que se obtengan posteriores a la aplicación de ensayos, estará sujeto a sus dimensiones y formas de cada molde (Olivera, Sócrates y Olivera, 2021, p. 10).

De igual modo, otro punto a considerar es la capacidad de admitir tensión, en estas prácticas, el hormigón no destaca, puesto que no siempre se considera en estructuras comunes (Rana y Nedwel, 2017, p. 1051). Ante esto Abdi y Ali, (2021) indicaron que la tensión es clave para los agrietamientos del concreto, puesto que este se genera a lo largo de su periodo útil (p. 80).

Ante esto, se hace hincapié que una de las propiedades estructurales más importantes del hormigón es su capacidad para soportar fuerzas de compresión (RC), tensión (Rt) y flexión (Rf). (Naraindas et al., 2021, p.90). La RC se define como la carga máxima de compresión que puede soportar una probeta dividida por el área de la sección transversal del apoyo (Nduka et al., 2019, p. 1306).

Según lo afirmado por Atoyebi et al., (2021), la resistencia a la tracción del concreto es significativamente menor en comparación con la del RC debido a la existencia

de grietas finas en el material. Sin embargo, medir la  $R_t$  no es una tarea fácil debido a la complejidad de la forma de prueba requerida. Por lo tanto, los métodos de prueba de haz son necesarios para medir el módulo de ruptura, y se utiliza la prueba diametral o radial de especímenes cilíndricos (p. 1306). La ecuación presentada utiliza el método radial para calcular la resistencia a la tracción, donde  $R_t$  es igual a  $2P/\pi LD$ . (Nabil, 2018, p.98)

Entre las propiedades físicas más importantes del concreto destaca su trabajabilidad. En otras palabras, la facilidad con que se puede mezclar, colocar, compactar y terminar el concreto fresco sin separarse ni rezumar durante la obra (Yi, 2018, p. 190).

En los últimos años se empezó la indagación y desarrollo de materiales alternativos para el sector constructor, destacando desde materiales como el caucho, pet, hasta materiales como el aluminio y residuos de cenizas orgánicas, estos dos últimos debido a su fácil acceso y propiedades que aportan; las cenizas de cáscara de trigo cuentan con un porcentaje de silicio, el cual es muy empleado en el cemento, por otra parte, el aluminio es un buen conductor térmico. (Nabil, 2016, p.98)

Según lo indicado, la ceniza de cáscara de trigo, es el producto de la quema de la cobertura del trigo, el cual inicialmente parte de la espiga de trigo, posteriormente se retira los granos y por último su cáscara (Pérez et al., 2019, p. 464). Este producto puede contribuir con componentes que favorecen a la mezcla de concreto, tales como su consistencia (estabilidad) y conducción térmica, dentro de sus propiedades físicas destaca su peso específico (2.3-3.0), densidad (0.9-1.1 g/cm<sup>3</sup>), humedad (0.6-3 %), porosidad (62.5-69.0 %), absorción (7.9-9.6 %).

Por otro lado, respecto a las características físicas del aluminio son diversas. Es un metal de color blanco y posee una elevada reflexión de la luz y el calor. Su densidad es ligera lo que ha generado el desarrollo de varias industrias. Además, posee una alta conducción térmica y eléctrica, lo que lo hace apto como conductor eléctrico, disipadores de calor, entre otros. El aluminio es altamente reflectivo tanto en la luz como en la radiación solar. También es resistente a la corrosión debido a la formación de una capa protectora de óxido. El aluminio posee un brillo natural

atractivo, y puede ser transformado en diferentes texturas y colores resistentes a la decoloración.

En cuanto a sus propiedades mecánicas, el aluminio puro comercialmente disponible normalmente tiene una resistencia a la rotura de aproximadamente 90 MPa. Sin embargo, esta cantidad puede incrementarse al doble si se trabaja en frío. Si se añaden pequeñas cantidades de metales como cobre, magnesio, silicio, manganeso o zinc, las propiedades del aluminio pueden mejorar significativamente. En circunstancias normales de tratamiento térmico, la resistencia a la tensión del aluminio puede alcanzar aproximadamente 300 MPa, lo cual se traduce en una resistencia del 70% a la del acero.

En cuanto a la resistencia a la flexión, la aleación 6063-T5 es altamente resistente y, cuando se combina con el proceso de extrusión, es posible diseñar estructuras de aluminio con resistencia equivalente a la del acero, pero con un 50% menos de peso. (Wang y Wang, 2020, p.198). La dureza del aluminio se refiere a su capacidad para resistir la penetración, mientras que la elongación mide su alargamiento permanente bajo tensión. El módulo de elasticidad de las aleaciones de aluminio es constante dentro de su rango elástico, lo que significa que las estructuras de aluminio de igual tamaño tendrán la misma flexión, pero la rigidez y la tensión pueden variar. La resistencia máxima a la tensión se refiere a la máxima resistencia que un material puede soportar bajo carga gradual y uniforme.

Por otra parte, en su composición química, se encuentra que generalmente se emplea una composición que incluye silicio en un rango de 0.2 a 0.6%, fierro en un porcentaje de alrededor de 0.35%, cobre en torno al 0.1%, manganeso en una proporción de 0.1%, magnesio en un intervalo de 0.45 a 0.9%, cromo en aproximadamente 0.1%, zinc también alrededor del 0.1%, titanio en torno al 0.1%, y otros elementos en una cantidad que suma aproximadamente 0.15%. El aluminio conforma el componente restante, y es importante destacar que estos valores pueden variar dependiendo de la pureza específica del material en consideración. (Wang, Wang y Guan, 2019, p.12).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

La investigación fue aplicada, ya que tomó los conceptos investigados y poniendo en práctica los conocimientos recientemente obtenidos para dar respuesta una problemática. (Zhao, Donghui y Zhang, 2014, p.12)

##### 3.1.2. Diseño de la investigación

Se empleó un diseño de investigación experimental en el que se manipuló la variable independiente para establecer diferentes condiciones de modificación y evaluar cómo esta variable afecta a la otra. (Nwokealisi, 2019, p.3)

Este diseño se clasificó como cuasi experimental debido a que la población de estudio se ha seleccionado de manera no aleatoria antes de someterse a la evaluación. (Reddy, 2016, p.34)

La razón para considerar este esquema como cuasi experimental radica en la selección no aleatoria previa de la población y en el análisis de la influencia de la variable independiente que se llevará a cabo.

**Figura 1:** Diseño de investigación

C1	Pp1	X	Pp2
C2	Pp3		Pp4

Dónde:

**C1:** Conjunto de probetas que serán alteradas

**C2:** Conjunto de probetas patrón

**Pp1, Pp3:** Requisitos de la norma E0.60

**Pp2, Pp4:** Resultados de las propiedades físico-mecánicas del concreto  $F'c=210\text{kg/cm}^2$

**X:** Viruta de aluminio y Ceniza de cascara de trigo

### 3.2. Variables y Operacionalización

#### **Variables independientes: Cáscara de trigo y viruta de aluminio**

En el estudio, el investigador dirigió la variable independiente con el fin de alcanzar los resultados previstos y cumplir con los objetivos establecidos en relación con la variable dependiente.

- **Definición conceptual:**

Variable independiente 1: Cáscara de Trigo:

La cáscara de trigo es un subproducto resultante de la incineración, y se caracteriza por contener una significativa cantidad de sílice. También puede considerarse como cenizas volantes debido a su formación a través de la combustión, y posee pequeñas cantidades de cemento sin procesar.

Variable independiente 2: Viruta de Aluminio:

En contraste, la viruta de aluminio se produce a través de procedimientos de corte, capitalizando su capacidad de deformación a altas temperaturas, lo que facilita su reutilización y reciclaje en función de las necesidades.

- **Definición operacional:**

Se describió las variables a detalle, estas indicaron la forma en que se medirán las variables de estudio.

Variable independiente 1: Cáscara de Trigo:

La intención fue reemplazar el agregado fino en el concreto por diferentes proporciones de cenizas de cáscara de trigo. Por lo tanto, es necesario entender las propiedades de las partículas de ceniza de cáscara de trigo y desarrollar un diseño de mezcla acorde.

Variable independiente 2: Viruta de Aluminio:

El objetivo fue reemplazar el agregado fino en el concreto con diferentes proporciones de viruta de aluminio. Por tanto, es esencial comprender las propiedades de las partículas de viruta de aluminio y desarrollar un diseño de mezcla apropiado.

• **Dimensiones:**

Para la variable independientes se identificaron 2 dimensiones, las cuales serán:

Variable independiente 1: Cenizas de cáscara de Trigo:

Análisis por fluorescencia de rayos-x dispersiva en energía

Análisis térmico diferencial y termogravimétrico

Granulometría

Dosificación

Variable independiente 2: Viruta de Aluminio:

Análisis de calidad

Granulometría

Dosificación

**Indicadores:**

Variable independiente 1: Cenizas de cáscara de Trigo:

Se evalúa mediante el % de impurezas, composición química, ATD, tamizaje, dosificación con 0%, 10%, 15% y 20%.

Variable independiente 2: Viruta de Aluminio:

Se evalúa mediante el % de impurezas, características físicas-químicas, tamizaje, dosificación con 0%, 10%, 15% y 20%.



- **Escala:**

Variable independiente 1: Cenizas de cáscara de Trigo:

Tipo razón.

Variable independiente 2: Viruta de Aluminio:

Tipo razón.

**Variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

La variable en cuestión está relacionada con el resultado obtenido a través de la variable independiente, lo que la clasifica como una variable dependiente. Su rendimiento se ve influenciado por dicho resultado y mejorará en función de este.

- **Definición conceptual:**

Son las características físicas de un elemento, mientras que las propiedades mecánicas son la capacidad de someter a un elemento a cargas o fuerzas externas.

- **Definición operacional:**

Por consiguiente, se realizó el diseño de mezcla para un hormigón común en relación a un hormigón con adición de viruta de aluminio y cenizas de cáscara de trigo, obteniendo un  $F'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días, se tomó en cuenta los criterios del método ACI, respaldados por protocolos aplicados al hormigón.

- **Dimensiones:**

Se tomó como dimensiones las propiedades físicas y mecánicas.

- **Indicadores:**

Con indicadores como el peso unitario, resistencia a la compresión y flexión.

- **Escala:**

Tipo razón.

### 3.3. Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1. Población:

Definido como el total de estudio en el cual se evalúa o se desea conocer algo de la investigación (Capillo y Palma, 2020, p.32).

Considerando lo descrito en el párrafo anterior, la población fue definida según la norma E.060 en el punto 5.3.3.2, en el inciso d, debe ser como mínimo de 3 probetas o especímenes que serán sometidos a cargas, para el proyecto se requiere un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con un total de 40 probetas tipo viga que son sometidas a flexión y 40 probetas cilíndricas que son sometidas a compresión, siendo así un total de 80 probetas. Estas a su vez son evaluadas a los 7 días, 14 días y 28 días con las sustituciones variantes de 10, 15 y 20%.

**Criterio de inclusión:** Estado endurecido, probetas sin fisuras, sin deformaciones, conservar la estructura del molde y el diseño determinado.

**Criterio de exclusión:** Estado no endurecido, probetas con fisuras o quiebras, con deformaciones, no conserva la estructura del molde, no respeta el diseño determinado.

**Tabla 1:** Cantidad de probetas a compresión – población

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		EDAD (días)			TOTAL
DESCRIPCIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	7 días	14 días	28 días	
M-0%	-	3	3	4	10
M-10%	Cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio	3	3	4	10
M-15%		3	3	4	10
M-20%		3	3	4	10
TOTAL					40

**Tabla 2:** Cantidad de probetas a flexión – población

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		EDAD (días)			TOTAL
DESCRIPCIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	7 días	14 días	28 días	
M-0%	-	3	3	4	10
M-10%	Cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio	3	3	4	10
M-15%		3	3	4	10
M-20%		3	3	4	10
TOTAL					40

### 3.3.2. Muestra:

Se define como un subconjunto de la población, ya que representa una parte del conjunto total que ha sido seleccionada para someterse a evaluación.

Se llevó a cabo un análisis de 72 probetas (36 cilíndricas y 36 vigas) de concreto, las cuales son enviadas a un laboratorio para someterse a ensayos de compresión y flexión respectivamente. La muestra se divide en tres categorías, con 3 probetas para cada uno de los tiempos de curado (7, 14 y 28 días) de la mezcla de concreto estándar que serán sometidas a los siguientes ensayos.

- 36 probetas sometidas a compresión
- 36 probetas sometidas a flexión.
- 72 probetas totales.

**Tabla 3:** Cantidad de probetas a compresión - muestra

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		EDAD (días)			TOTAL
DESCRIPCIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	7 días	14 días	28 días	
M-0%	-	3	3	3	9

M-10%	Cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio	3	3	3	9
M-15%		3	3	3	9
M-20%		3	3	3	9
TOTAL					36

**Tabla 4:** Cantidad de probetas a flexión - muestra

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		EDAD (días)			TOTAL
DESCRIPCIÓN	VARIABLE INDEPENDIENTE	7 días	14 días	28 días	
M-0%	-	3	3	3	9
M-10%	Cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio	3	3	3	9
M-15%		3	3	3	9
M-20%		3	3	3	9
TOTAL					36

### 3.3.3. Muestreo:

Es considerado como un tipo de muestreo probabilístico aleatorio para muestras finitas. Además, la selección se basa en la necesidad de la investigación y se rige por las normas E.060 y ASTM C39.

Para poder hallar el muestreo para las probetas a compresión y flexión, usaremos la siguiente fórmula:

$$n = \frac{40 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.05^2 * (40 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2} = 36$$

Donde:

n = tamaño de la muestra población a obtener

N = 40

$\sigma = 0.5$

Z = 1.96

$e = 0.05$

#### **3.3.4. Unidad de análisis:**

Cada muestra de concreto es sometida a un análisis para evaluar su resistencia a la compresión, flexión y revenimiento. Todas las muestras cumplen con los requisitos de la norma ASTM C-192.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La estrategia metodológica implementada en la investigación abarcó la utilización de técnicas de observación altamente meticulosas, las cuales adhirieron estrictamente a los protocolos convencionales con reconocimiento tanto a nivel nacional como internacional. Dichas normativas, entre las que se destacan la NTP 339.034 (ASTMC-39), NTP 339.084 y NTP 339.079, fueron seleccionadas con el propósito de asegurar la uniformidad y excelencia en la recopilación de datos. La elección de la guía de observación como marco metodológico proporcionó al investigador la capacidad de abordar cuestionamientos específicos a través de la minuciosa observación de atributos particulares de las muestras, lo que facilitó el discernimiento de aspectos de trascendencia en el ámbito del estudio.

Además, para la evaluación de las propiedades mecánicas y físicas de las muestras, se utilizó un equipo de análisis granulométrico, lo que permitió la obtención de datos altamente precisos acerca de las características mecánicas de los especímenes en estudio. La técnica proporcionó una comprensión exhaustiva de la distribución de tamaños de partículas y otras propiedades críticas para la comprensión del comportamiento de los materiales objeto de investigación. La conjunción de estas metodologías aseguró la adquisición de información sólida y fiable en pro del progreso de la investigación.

#### **Validez:**

Durante la investigación, se utilizaron herramientas aprobadas por el laboratorio a cargo de las pruebas y en conformidad con la Norma técnica peruana: 339.033: 2009, con el fin de recopilar información. La cual se realiza mediante las guías

establecidas por las regulaciones que proceden:

**Tabla 5:** Ensayos de laboratorio

<b>ENSAYOS</b>	<b>NORMA</b>
Análisis Granulométrico	NTP-400-037
Análisis por fluorescencia de rayos-x dispersiva en energía	ASTM C25
Análisis termogravimétrico y térmico diferencial	ASTM E967
Contenido de Humedad	MTC E108
Absorción de Agregado Grueso y fino	ASTM-C127 y ASTM-C128
Peso Unitario Suelto y Compactado	MTC E203
Resistencia a la Compresión	ASTM-C39, MTC E704, NTP-339 034
Fuerza a la flexión	NTP 339-079

**Confiabilidad:**

La confiabilidad del ensayo se encuentra estrechamente ligada al seguimiento riguroso del procedimiento estipulado por la normativa vigente. Para recolectar los datos necesarios, es indispensable que los instrumentos sean calibrados por personal experto en la materia, el cual supervisará su uso y la obtención de la información correspondiente. Los certificados de laboratorio y la calibración de los equipos se ajustarán a los procedimientos estipulados en la Norma MTC E 704 y E 705, específicamente relacionados con el tema a investigar.

**3.5. Procedimientos**

Se procedió a dividir en tres procesos:

**Recolección de información:**

En esta etapa, se llevó a cabo la recopilación integral de información relacionada con el tema. Se consultaron investigaciones previas realizadas por otros académicos para obtener una perspectiva más amplia. El proceso comenzó con la identificación de un problema en el entorno, y a partir de este, se planteó una pregunta para la cual se busca una posible solución o mitigación. Los objetivos se establecieron como un medio para abordar y resolver la cuestión en cuestión.

#### **Adquisición de insumos:**

En esta etapa, se procedió a la obtención de los materiales y agregados necesarios extraídos de la cantera Chero luego se trasladaron al laboratorio KAE INGENIERIA, para llevar a cabo los análisis correspondientes. También se inició la búsqueda de recursos orgánicos, como la cáscara de trigo, que se halla en cultivos de diferentes localidades como Sihuas, Santa, Guadalupito o Cambio Puente. Del mismo modo, se adquirió la viruta de aluminio y se transportó al laboratorio seleccionado.

#### **Ensayos de laboratorio, análisis y procesamiento de datos:**

Una vez que se contaron con los materiales necesarios, se llevó a cabo su clasificación según su tamaño, empleando el ensayo de granulometría. En el caso de reemplazar el agregado fino, se utilizó un tamiz de tamaño número 4, que es el adecuado para ajustarse a los porcentajes propuestos tanto de viruta de aluminio como de ceniza de cáscara de trigo.

El tipo de cemento seleccionado para la investigación es el Portland tipo I, de uso general, ya que no se requería una especificación especial.

Tras la selección minuciosa de las partículas que habrían de ser incorporadas en la modificación del concreto, se procedió a llevar a cabo los ensayos correspondientes en el laboratorio de elección. Se obtuvieron muestras con el propósito de garantizar su cumplimiento con las normativas requeridas, y se procedió a realizar una serie de ensayos destinados a la medición de variables cruciales. Estos ensayos incluyeron la determinación del porcentaje de humedad, la evaluación del peso específico de los agregados, la obtención del peso unitario, la inspección de la presencia de partículas con características chatas y alargadas, así como la

identificación de caras fracturadas. Una vez completada esta fase, se avanzó en la elaboración tanto de la mezcla patrón como del diseño de mezcla para cada contenido propuesto, con el objetivo de alcanzar una resistencia concreta de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

En este caso, se propusieron contenidos de 10%, 15% y 20% de cáscara de trigo y viruta de aluminio, lo que resultó en un total de 80 probetas, de las cuales 40 se someterán a ensayos de flexión y 40 a ensayos de compresión. Estos ensayos se llevarán a cabo siguiendo los protocolos establecidos en la norma ASTM C31.

El proceso de preparación de las muestras es relativamente sencillo: se combinan los agregados con el cemento y agua, y se mezclan a fondo para obtener una mezcla homogénea. Posteriormente, se procede a llenar los moldes, aplicando 25 golpes a cada uno. Luego, se utilizó un martillo de goma para eliminar posibles burbujas que podrían formarse y afectar los resultados. Este paso es esencial para evitar futuras fisuras. Las muestras se dejaron reposar durante 24 horas antes de ser desmoldadas y curadas. Los prismas, por su parte, se desmoldaron y curaron aproximadamente 48 horas después de su elaboración. Las probetas y prismas se sometieron a ensayos de rotura a los 7, 14 y 28 días después de su fabricación.

Finalmente, se realizará el curado adicional durante 7 días antes de someter las muestras a los ensayos de rotura a los 7, 14 y 21 días. Estos ensayos se centraron en la capacidad de las muestras para resistir fuerzas de compresión. Una vez obtenidos los resultados, se procesaron utilizando programas informáticos como Microsoft Excel, y se procedió a discutir y concluir sobre la investigación.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los valores obtenidos se registran utilizando fichas normalizadas, sin realizar modificaciones en los datos recopilados. Posteriormente, se procedió a procesar estos datos mediante análisis estadísticos. Se elaboraron tablas que se compararán con las regulaciones vigentes, y se realizará una verificación de las hipótesis planteadas.



Los resultados de los ensayos de compresión y flexión se mostraron en formato tabular y se analizaron en relación con el porcentaje de material propuesto incorporado. Para llevar a cabo esta evaluación, se empleó el software estadístico SPSS, que facilitó el procesamiento de las tablas y el cálculo de medias de pruebas similares en términos de curado y adición. Esto posibilitó la obtención de datos representativos adecuados para realizar un análisis de varianza (ANOVA) y la correspondiente prueba de Tukey, con el fin de evaluar las variables necesarias para verificar de manera precisa las hipótesis planteadas.

### **3.7. Aspectos éticos**

La investigación tuvo los siguientes principios éticos fundamentales. En aras de la beneficencia, los resultados generados por la investigación se compartieron con la institución al concluir el estudio, sin ningún interés económico, con el propósito de enriquecer el acervo de conocimientos disponibles para futuros investigadores. En lo que respecta a la no maleficencia, se garantizó que ningún participante sufra daño alguno, y se evitó responder preguntas o inquietudes que pudieran resultar incómodas. La autonomía de los participantes se respetó rigurosamente, considerando tanto las cuestiones planteadas previamente a la entrevista o encuesta como las que surjan durante el proceso. En cuanto a la justicia, se salvaguardó la confidencialidad de los datos recopilados, limitando su uso exclusivamente para los fines de la investigación, asegurando así un trato equitativo y ético hacia todos los involucrados.

#### IV. RESULTADOS

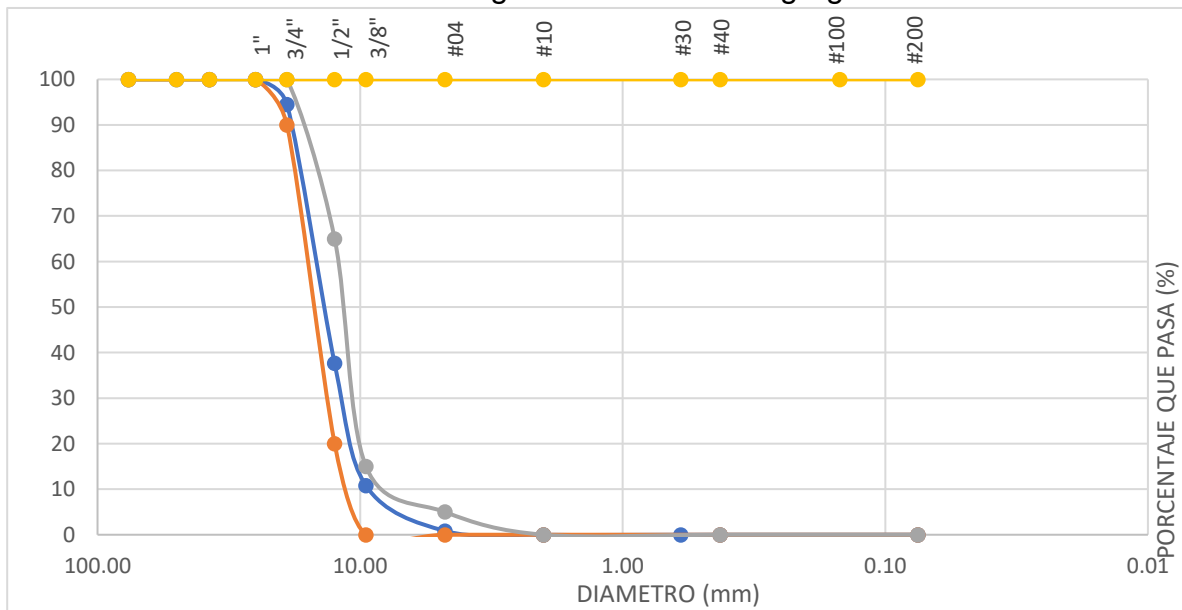
**Resultados del primer objetivo:** Identificar las características físico-mecánicas de los agregados para el concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> mediante los estudios de granulometría

**Tabla 6:** Resultados del tamizado para el agregado fino

Tamices (mm)		Gramos retenidos	Porcentaje que pasa (%)
3/8"	9.5	0	100
N° 4	4.8	11.20	97.76
N° 8	2.4	50.60	87.64
N° 16	1.2	109.40	65.76
N° 30	0.6	114.80	42.80
N° 100	0.2	79.30	9.22
N° 200	0.1	26.80	3.86

Fuente: Informe de laboratorio KAE

**Gráfico 1:** Curva granulométrica del agregado fino

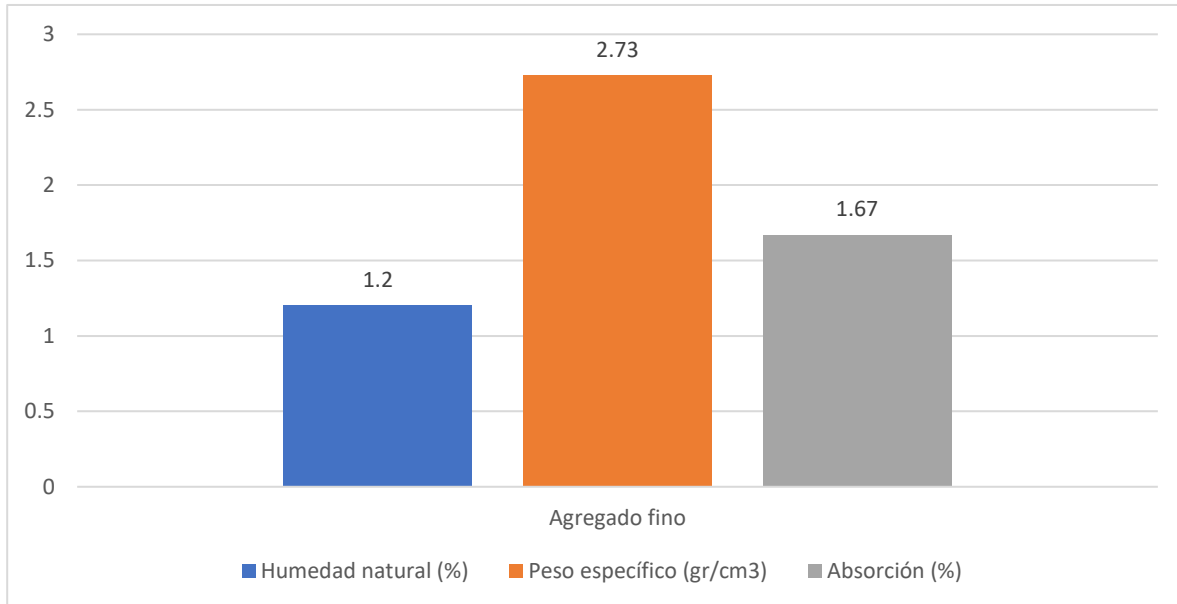


Fuente: Informe de laboratorio KAE

### Interpretación:

El agregado fino obtenido del sitio de extracción, Chero cumple con los requisitos de granulometría establecidos para los agregados finos destinados a la fabricación de concreto. Además, su módulo de fineza de 2.72 indica que este agregado fino presenta una gradación de las partículas que se clasifica en la categoría "fina".

**Gráfico 2:** Resultados de los ensayos del agregado fino



Fuente: Informe de laboratorio KAE

### Interpretación:

Es notable el bajo nivel de humedad registrado en el agregado fino proveniente del yacimiento Chero, el cual se sitúa en un modesto 1.2%. Este valor, al ser relativamente reducido, señala que la aportación adicional de humedad al concreto a través del agregado fino será mínima. Esto tiene implicaciones significativas en la consistencia y el control de la relación agua-cemento de la mezcla, factores determinantes en la resistencia y durabilidad del concreto final. Además, se destaca la tasa de absorción del agregado fino, que se fija en un 1.67%, una cifra de igual relevancia. Este dato debe ser meticulosamente considerado en la etapa de elaboración de la mezcla de concreto, ya que impactará en la cantidad de agua requerida para mantener una relación agua-cemento adecuada. La precisión en la

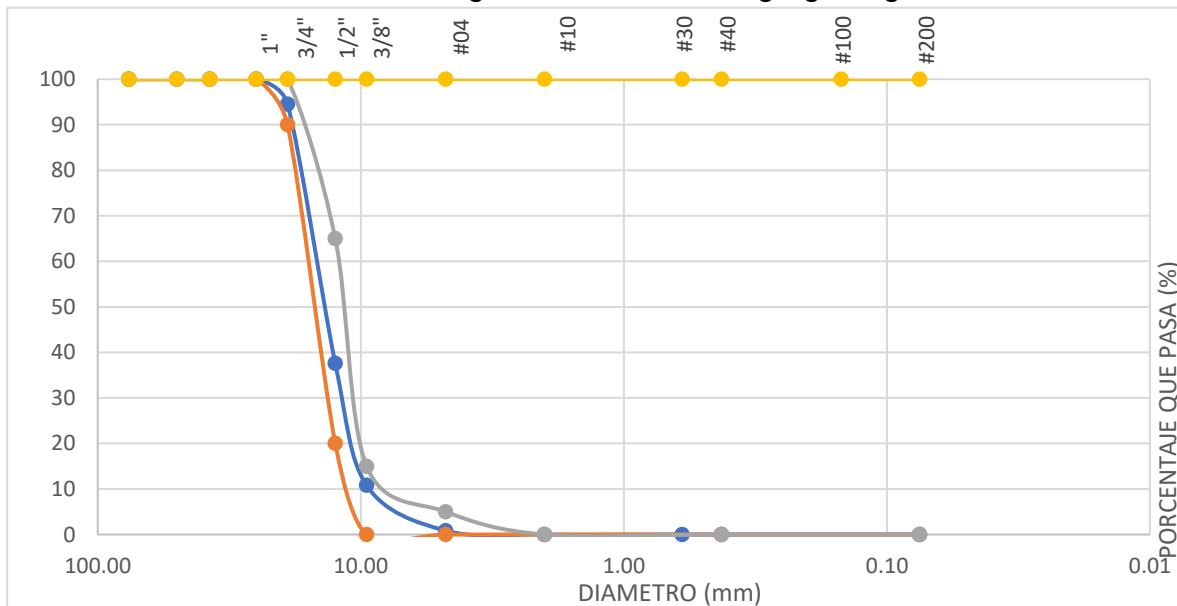
determinación de la capacidad de retención de agua es de vital importancia para asegurar que el concreto adquiera las propiedades deseadas, incluyendo la resistencia a la compresión y la adherencia. En consecuencia, estos indicadores sobre la humedad y la absorción del agregado fino extraído de la cantera Chero son fundamentales para establecer un diseño óptimo de la composición del concreto. Esto, a su vez, asegura que el concreto mantenga sus características estructurales y su durabilidad, contribuyendo de manera esencial a los objetivos de la investigación

**Tabla 7:** Resultados del tamizado para el agregado grueso

Tamices (mm)		Gramos retenidos	Porcentaje que pasa (%)
1"	25	0	100
3/4"	19	251	94.5
1/2"	12.5	2598	37.59
3/8"	9.5	1223	10.8
N° 4	4.8	455	0.83
N° 8	2.4	38	0
N° 16	1.2	0	0

Fuente: Informe de laboratorio KAE

**Gráfico 3:** Curva granulométrica del agregado grueso

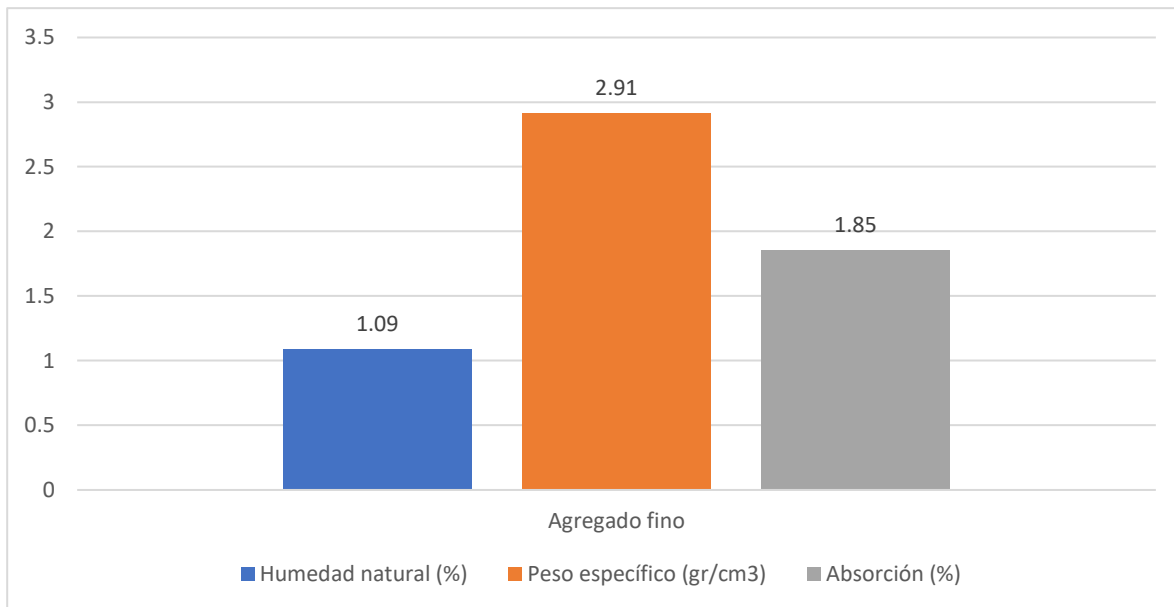


Fuente: Informe de laboratorio KAE

### Interpretación:

El agregado grueso extraído de la cantera Chero cumple con las exigencias de granulometría necesarias para su inclusión en la mezcla de concreto, y su tamaño máximo nominal se establece en  $\frac{3}{4}$ ". Destaca un módulo de fineza de 6.94, lo que subraya la predominancia de partículas gruesas en el agregado, un aspecto de notable influencia en la formulación de la mezcla y en la relación precisa entre agua y cemento requerida para lograr la consistencia deseada en el concreto. Estos resultados corroboran la idoneidad del agregado grueso proveniente de la cantera Chero para su integración en la mezcla de concreto, fortaleciendo eficazmente los objetivos de la investigación y garantizando la consecución de la calidad y las propiedades anheladas en el concreto final

**Gráfico 4:** Resultados de los ensayos del agregado grueso



Fuente: Informe de laboratorio KAE

### Interpretación:

El agregado grueso extraído de la cantera Chero presenta un contenido de humedad del 1.09%. Este valor señala que el agregado no contiene una cantidad sustancial de agua en su estructura. La baja humedad se revela ventajosa, ya que sugiere que el agregado no aportará un exceso de humedad del concreto, lo cual

podría impactar negativamente en la relación agua-cemento y la resistencia final del concreto. Asimismo, la tasa de absorción de este agregado grueso, que se ubica en el 1.85%, constituye un valor razonable. La capacidad de absorción no se sitúa en niveles excesivamente elevados y se considera apropiada para su utilización en la mezcla de concreto. La capacidad de absorción tiene repercusiones en la cantidad de agua necesaria para la preparación de la mezcla y, al mantenerse dentro de un rango aceptable, contribuye al control de la consistencia y las propiedades del concreto. Estos datos referentes a la humedad y la capacidad de absorción del agregado grueso procedente de la cantera Chero confirman su idoneidad para la investigación y su capacidad para promover la calidad y las propiedades deseadas del concreto final.

**Resultados del segundo objetivo:** Determinar la composición química de las cenizas de cascara de trigo mediante un análisis químico

**Tabla 8:** Resultados del análisis químico

COMPOSICIÓN QUÍMICA	(%)	COMPOSICIÓN QUÍMICA	(%)
Dióxido de silicio (Si O <sub>2</sub> )	28.06	Óxido de estroncio (Sr O)	0.16
Óxido de calcio (Ca O)	43.12	Óxido de cobre (Cu O)	<0.01
Trióxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	11.63	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	0.73
Trióxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.51	Óxido de Zinc (Zn O)	<0.01
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	4.72	Óxido de manganeso (Mn O)	0.19
Óxido de titanio (Ti O)	0.07	Pérdida al fuego	10.81

Fuente: Informe de laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C.

### Interpretación:

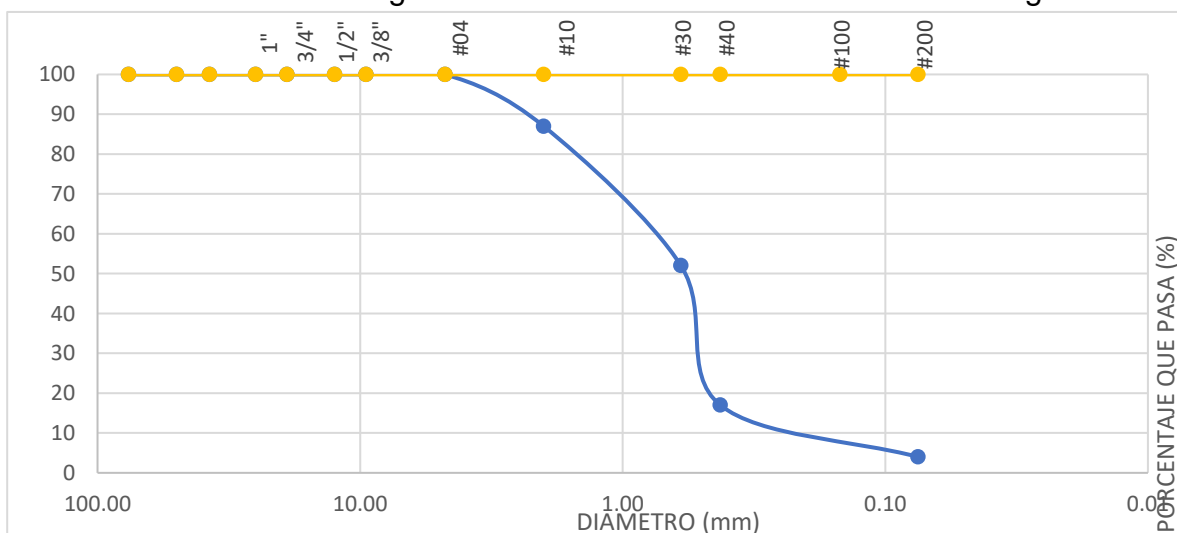
La muestra analizada contiene cantidades significativas de calcio y silicio. El silicio, un componente común en las cenizas de cáscara de trigo, tiene el potencial de participar en la formación de compuestos silíceos en la estructura del concreto. Estos compuestos silíceos pueden mejorar la resistencia del concreto y reducir su permeabilidad. Por otro lado, el calcio es un elemento esencial en la composición del concreto y generalmente se encuentra en forma de cemento Portland. La presencia de calcio en las cenizas puede influir en el proceso de hidratación del cemento, lo que, a su vez, puede tener un impacto en las características finales del concreto endurecido.

**Tabla 9:** Resultados del tamizado para la ceniza de cáscara de trigo

<b>Tamices (mm)</b>		<b>Gramos retenidos</b>	<b>Porcentaje que pasa (%)</b>
N° 8	2.4	0	100
N° 16	1.2	27.50	87
N° 30	0.6	73.20	52
N° 100	0.2	27.50	4
N° 200	0.1	7.50	1

Fuente: Informe de laboratorio KAE

**Gráfico 5:** Curva granulométrica de la ceniza de cáscara de trigo



Fuente: Informe de laboratorio KAE

### Interpretación:

Se observa información importante sobre las características granulométricas de la ceniza de cáscara de trigo. Se puede observar que las C.C.T, tiene un módulo de fineza de 2.4, y que tiene granulometría, cercana al rango del cemento utilizado en la mezcla convencional. El módulo de fineza bajo de la C.C.T también indica que este material tiene un tamaño de partícula relativamente pequeño, lo que podría ser beneficioso en términos de su capacidad para llenar los espacios vacíos en una mezcla y mejorar la compacidad. Estos datos proporcionan información valiosa sobre las propiedades granulométricas de la C.C.T y su potencial aplicabilidad en la industria de la construcción y la ingeniería de materiales.

**Resultados del tercer objetivo:** Determinar las características físico-mecánicas de la viruta de aluminio mediante un ensayo granulométrico

En primer lugar, para poder conocer sus características física-mecánicas, realizamos un ensayo de análisis de calidad

**Tabla 10:** Resultados del análisis de calidad

<b>ANÁLISIS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>RESULTADO</b>
Pureza	99.13%	Calor de fusión	11.06 kJ/mol
Densidad	2690 kg/m <sup>3</sup>	Calor específico	0.94 (0.23 cal/g °C)
Punto de ebullición	2471 °C	Calor latente de fusión	392x1000 (94 Kcal/g)
Punto de fusión	675 °C		

Fuente: Informe de laboratorio Físico Químico Ambiental Perú S.A.C.



### Interpretación:

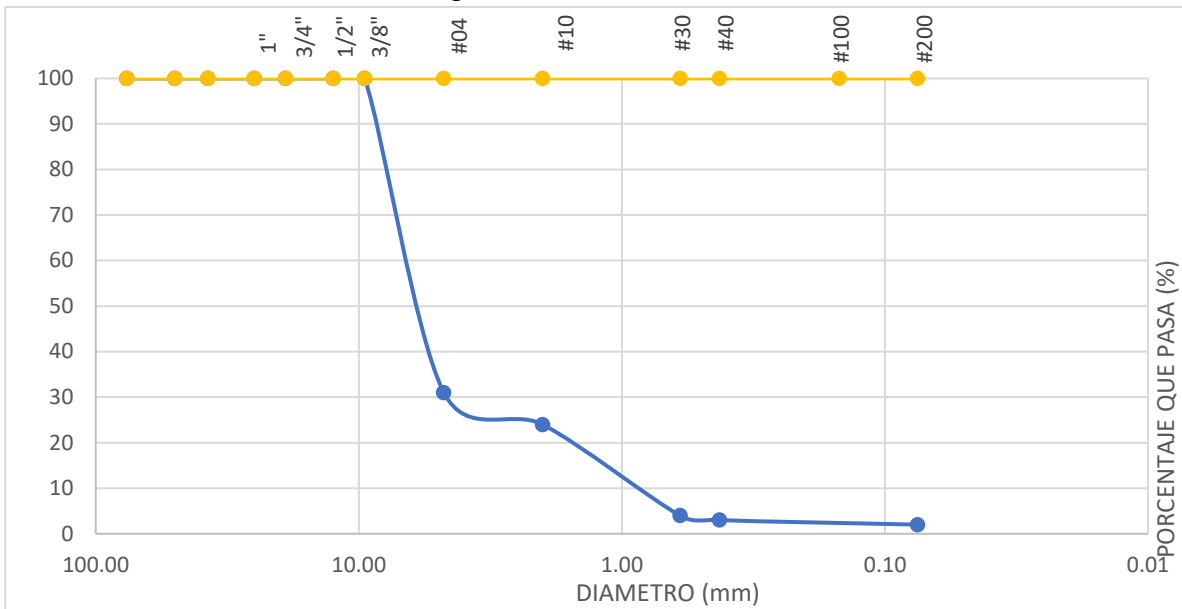
La viruta de aluminio exhibe una pureza cercana al 100%, lo que garantiza la ausencia de impurezas significativas que puedan comprometer su resistencia a la corrosión. Además, presenta un punto de ebullición de 247°C y un punto de fusión a 675°C, indicando su capacidad para soportar altas temperaturas sin experimentar cambios sustanciales en su estado físico. En lo que respecta a su calor de fusión (11.06 J/g) y calor específico (0.94 J/(g°C)), estos parámetros son fundamentales para comprender la capacidad del aluminio en la absorción y liberación de calor. Estos valores reflejan una eficaz capacidad de disipación de calor por parte del aluminio. En aplicaciones de concreto expuestas a variaciones de temperatura, como puentes o estructuras al aire libre, esta característica puede contribuir a la reducción de tensiones térmicas y, en última instancia, mejorar la durabilidad del concreto.

**Tabla 11:** Resultados del tamizado para la viruta de aluminio

<b>Tamices (mm)</b>		<b>Gramos retenidos</b>	<b>Porcentaje que pasa (%)</b>
3/8"	9.5	0	100
N° 4	4.8	841.30	31
N° 8	2.4	85.7	24
N° 16	1.2	20.11	4
N° 30	0.6	15.80	3
N° 100	0.2	0	0
N° 200	0.1	0	0

Fuente: Informe de laboratorio KAE

**Gráfico 6:** Curva granulométrica de la viruta de aluminio



Fuente: Informe de laboratorio KAE

### Interpretación:

La viruta de aluminio exhibe un comportamiento granulométrico notablemente similar al del agregado fino utilizado en el estudio. Además, es significativo notar que el módulo de fineza de la viruta de aluminio se sitúa en un valor de 5.33. Estos hallazgos apuntan a la compatibilidad entre la viruta de aluminio y el agregado fino, lo que puede ser de interés en diversas aplicaciones, especialmente en la industria de la construcción. La similitud en el comportamiento granulométrico sugiere que la viruta de aluminio podría desempeñar un papel importante como un componente funcional en mezclas de concreto u otros materiales compuestos.

**Resultados del cuarto objetivo:** Evaluar la resistencia a la compresión del concreto con una especificación de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  al reemplazar el agregado fino con cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en proporciones del 10%, 15% y 20%.

Primero se realizó el diseño de mezcla de concreto para el concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

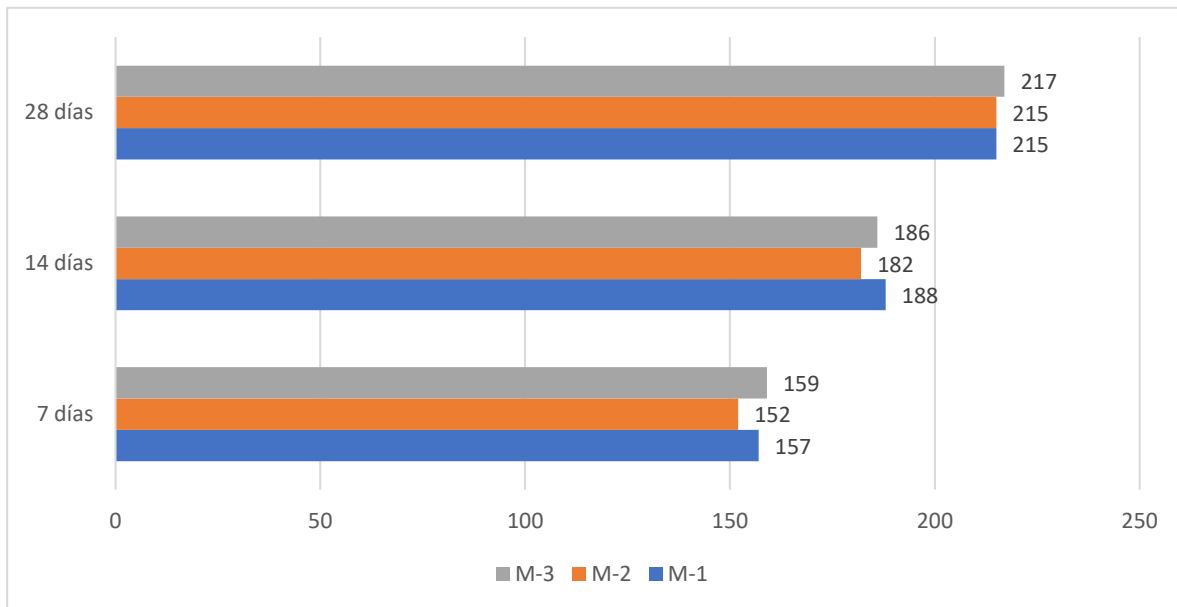
**Tabla 12:** Resultados del diseño de mezcla del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

<b>Dosificación</b>	<b>Volumen</b>
Cemento	1 pie <sup>3</sup>
Agregado fino	1.88 pie <sup>3</sup>
Agregado grueso	2.99 pie <sup>3</sup>
Agua	25.13 lt/bolsa

Fuente: Informe de laboratorio KAE

**Interpretación:** Se visualiza que, por cada bolsa de cemento, se debe añadir 0.05m<sup>3</sup> de agregado fino, de igual manera, 0.08m<sup>3</sup> de agregado grueso, y 25.13 litros de agua, sin componentes químicos.

**Gráfico 7:** Resultados del ensayo de compresión de la muestra patrón

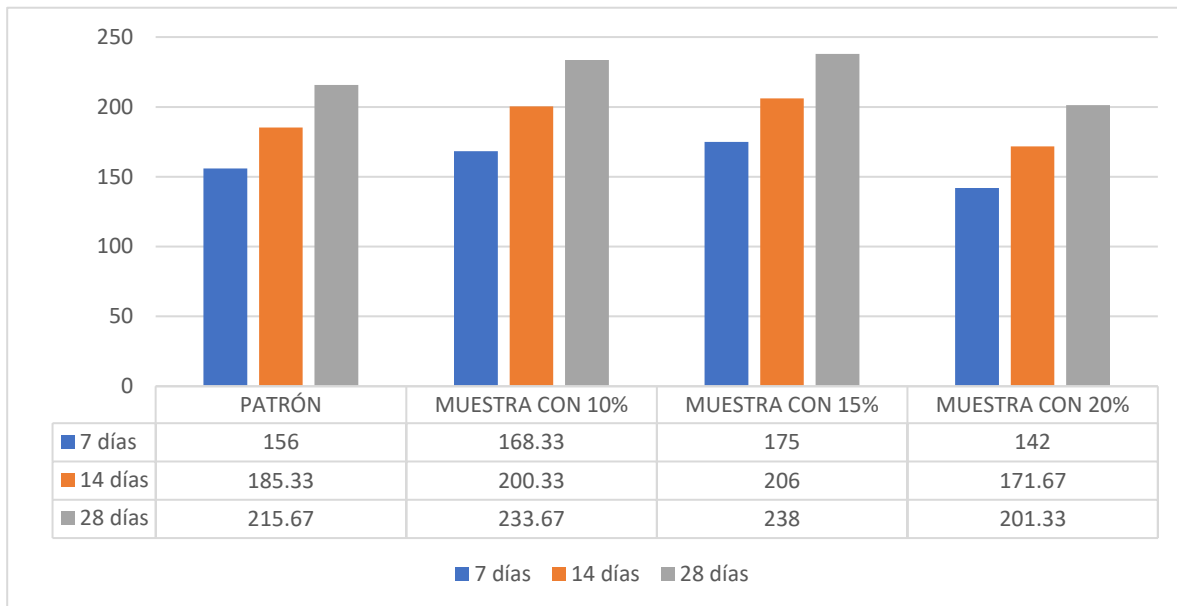


Fuente: Informe de laboratorio KAE

### Interpretación:

Transcurridos 7 días desde el inicio del proceso de curado, se observa que los valores de resistencia se sitúan en un rango que oscila entre el 70% y el 85% de resistencia adquirida, con un promedio cercano al 74%. Esto apunta a un aumento progresivo en la resistencia del concreto a medida que avanza el período de curado. Luego, a los 14 días, se espera que los valores se ubiquen en un rango de entre el 85% y el 95% de resistencia adquirida, con un promedio alrededor del 88%. Este período adicional de curado parece contribuir de manera significativa al fortalecimiento del concreto. Finalmente, al llegar a los 28 días de curado, se anticipa que los valores de resistencia se encuentren en el rango del 100% al 120% de resistencia adquirida, con un promedio cercano al 103%. Este período de curado extendido confirma la mejora continua en la durabilidad del concreto, lo que subraya la importancia de un tiempo de curado adecuado para lograr una resistencia óptima en las estructuras de concreto. Es importante destacar que estos datos respaldan la toma de decisiones al crear la composición de mezclas de concreto y el diseño de estructuras, lo cual puede tener un impacto significativo en la seguridad y durabilidad de las construcciones.

**Gráfico 8:** Resultados del ensayo de compresión de las muestras sustituidas



Fuente: Informe de laboratorio KAE

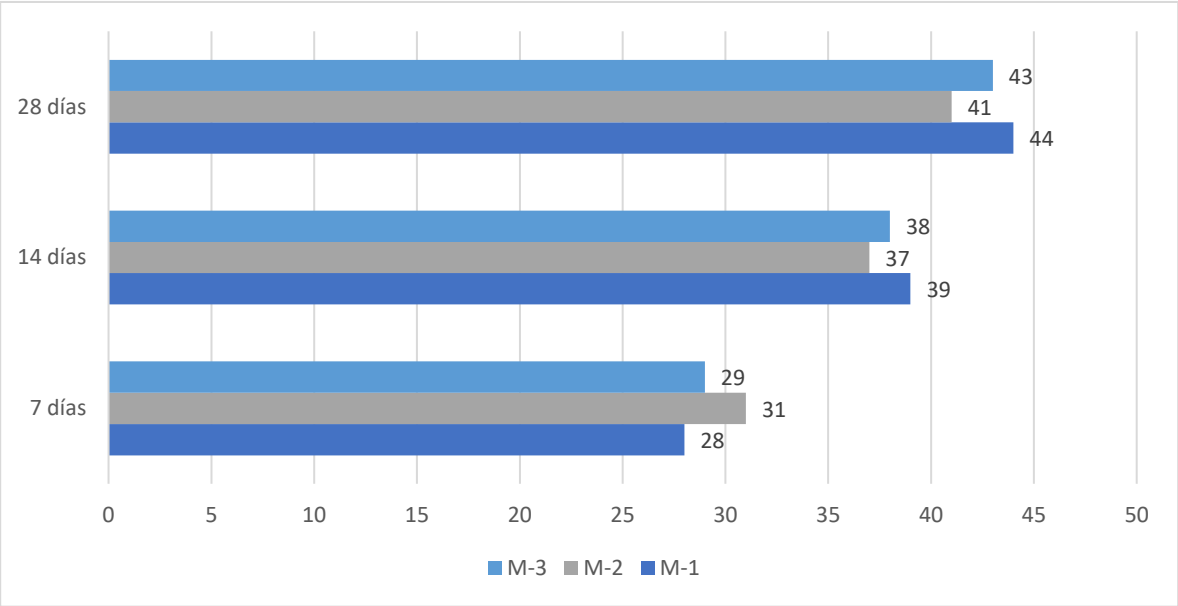
### Interpretación:

La muestra con un reemplazo del 10% del agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, los valores son del 80%, 95% y 111% de resistencia adquirida, a los 7 días, 14 días y 28 días, respectivamente. Esto representa un incremento del 6%, 7% y 8% en comparación con la mezcla convencional durante esos mismos períodos. Por otro lado, en la muestra con un reemplazo del 15% del agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, se obtienen valores del 83%, 98% y 113% de resistencia adquirida a los 7 días, 14 días y 28 días, respectivamente. Esto indica un aumento del 9%, 10% y 10% en relación a la mezcla convencional en esos mismos intervalos de tiempo. Sin embargo, en la muestra con una sustitución del 20% del agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, los valores registrados a los 7 días, 14 días y 28 días son del 68%, 82% y 96% de resistencia adquirida, respectivamente. En este caso, se observa una disminución del 6%, 6% y 7% en comparación con la mezcla convencional durante esos mismos intervalos de tiempo.

**Resultados del quinto objetivo:** Evaluar la resistencia a la flexión del concreto con una resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  mediante la suplenia del agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en proporciones del 10%, 15% y 20%.

Iniciamos con los resultados obtenidos de la mezcla de referencia:

**Gráfico 9:** Resultados del ensayo de flexión de la muestra patrón

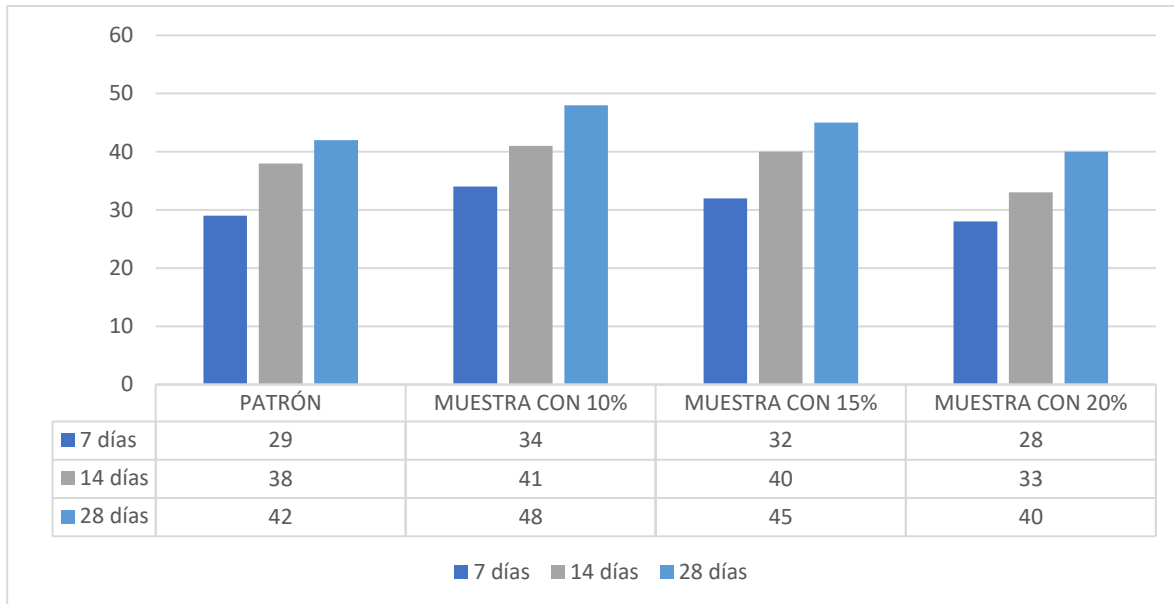


Fuente: Informe de laboratorio KAE

**Interpretación:**

Después de un período de 7 días, se evidencia un promedio de resistencia adquirida del 14%. Luego, a los 14 días, este promedio aumenta de manera marginal al 18%. Finalmente, al llegar a los 28 días, el promedio incrementa al valor de 21%.

**Gráfico 10:** Resultados del ensayo de flexión de las muestras sustituidas



Fuente: Informe de laboratorio KAE

**Interpretación:**

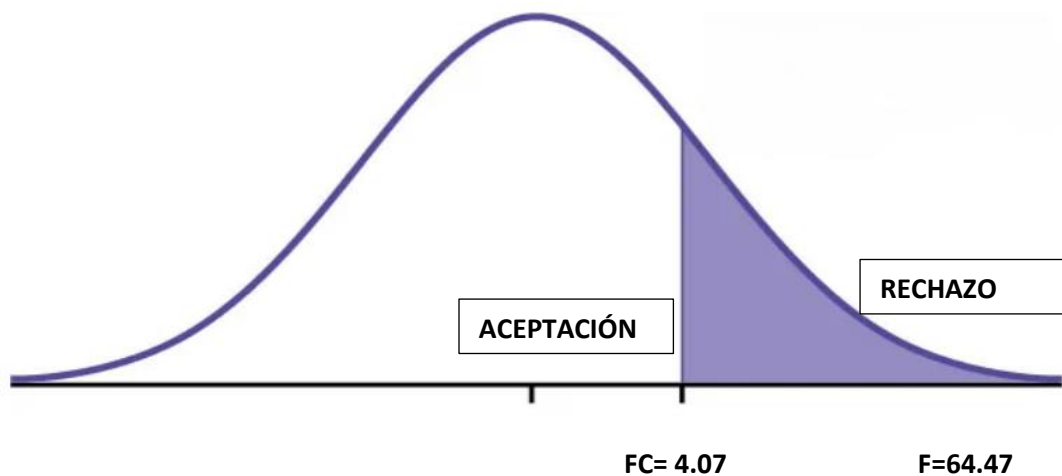
Se observa que al reemplazar el 10% del agregado fino con cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, los valores a los 7, 14 y 28 días son del 16%, 20%, y 23% de resistencia adquirida, respectivamente. Esto implica un incremento del 2%, 2% y 2% en relación al concreto estándar en los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Por otro lado, cuando se cambia el 15% del agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, los resultados a los 7, 14 y 28 días son del 15%, 19%, y 21% de resistencia adquirida, respectivamente. Esto representa un aumento del 1% en comparación con el concreto convencional a los 7 días, mientras que, a los 14 días, es un 1% mayor que el concreto estándar, de igual manera. En cuanto a la muestra con el 20% de sustitución del agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, los valores a los 7, 14 y 28 días son del 13%, 17%, y 19% de resistencia adquirida, respectivamente. Esto implica una disminución del 1% a los 7 días, de 1% en comparación con el concreto estándar a los 14 días, y del 2%, en comparación de los 28 días.

## CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS:

**Tabla 13:** Análisis de varianza para la resistencia de compresión a los 7 días de la muestra patrón y muestras sustituidas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1902	3	634	64.47457 63	6.0257E- 06	4.066180 55
Dentro de los grupos	78.66666 67	8	9.833333 33			
Total	1980.666 67	11				

**Figura 2:** Curva F de Snedecor (R. Compresión a 7 días)





### Interpretación:

Se obtuvo un valor F de 64.48 para la muestra, mientras que el valor crítico se mantiene constante en 4.07. Con un nivel de significancia ( $p$ ) establecido en 0.05, y considerando que la probabilidad es de 0.000006, la conclusión se orienta hacia el rechazo de la hipótesis nula. En resumen, los resultados indican de manera concluyente que la sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio conlleva efectivamente mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, particularmente en lo que respecta a la resistencia, que alcanza los 210 kg/cm<sup>2</sup> después de 7 días de curado.

**Tabla 14:** Análisis de diferencias muestrales mediante el método TUKEY para la resistencia a la compresión a los 7 días

Diferencia entre poblaciones	Valor muestral	Observación
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 10%	12.33	SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 15%	19.00	SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución a 20%	14.00	SIGNIFICATIVA

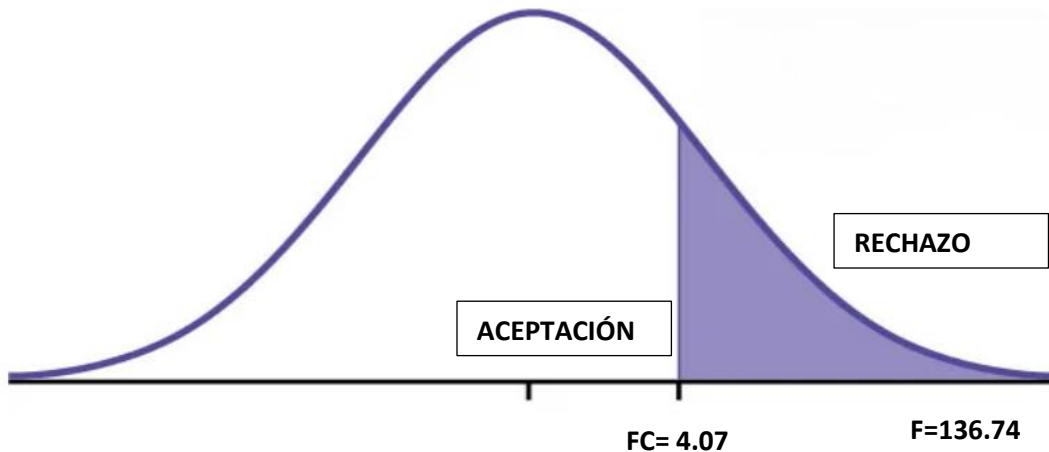
### Interpretación:

Se observa, que mediante el método Tukey, se obtuvo que todos los resultados muestran significancia con respecto al concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> patrón, por lo tanto, concuerda con el rechazo de la hipótesis nula.

**Tabla 15:** Análisis de varianza para la resistencia de compresión a los 14 días de la muestra patrón y muestras sustituidas

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	2153.66667	3	717.888889	136.740741	3.2695E-07	4.06618055
Dentro de los grupos	42	8	5.25			
Total	2195.66667	11				

**Figura 3:** Curva F de Snedecor (R. Compresión a 14 días)



**Interpretación:**

El valor calculado de F para las muestras es de 136.74, y el valor crítico se mantiene en 4.07. El nivel de significancia (p) se establece en 0.05, considerando que la probabilidad es de 0.000003. En consecuencia, la hipótesis nula debe ser rechazada. Por lo tanto, podemos concluir que el reemplazo de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio efectivamente conduce a mejoras en las propiedades

físicas y mecánicas del concreto con una capacidad de compresión de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> después de 14 días de curado.

**Tabla 16:** Análisis de diferencias muestrales mediante el método TUKEY para la resistencia a la compresión a los 14 días

Diferencia entre poblaciones	Valor muestral	Observación
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 10%	15.00	SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 15%	20.67	SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución a 20%	13.67	SIGNIFICATIVA

**Interpretación:**

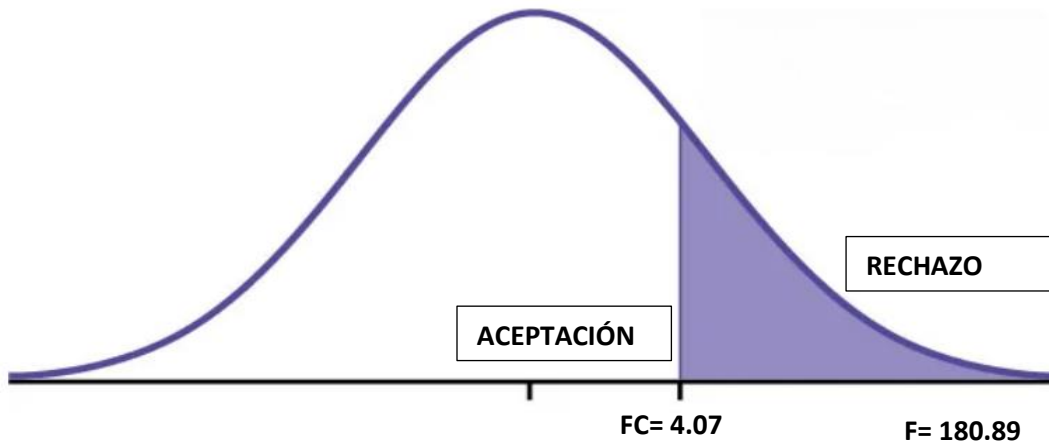
Se puede observar, que mediante el método Tukey, se obtuvo que, al sustituir las cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio por agregado fino, se obtienen valores significativos en todos los porcentajes a los 14 días de curado.

**Tabla 17:** Análisis de varianza para la resistencia de compresión a los 28 días de la muestra patrón y muestras sustituidas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2577.6666 7	3	859.22222 2	180.88888 9	1.0898E-07	4.0661805 5
Dentro de los grupos	38	8	4.75			

Total      2615.6666      11  
                        7

**Figura 4:** Curva F de Snedecor (R. Compresión a 28 días)



**Interpretación:**

Se observa que el valor calculado de F es de 180.89 para las muestras, mientras que el valor crítico permanece en 4.07. El nivel de significancia ( $\alpha$ ) se establece en 0.05, dado que la probabilidad es de 0.0000001. Por lo tanto, en virtud de la evidencia, la hipótesis nula es rechazada, lo que nos permite concluir que el reemplazo de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio efectivamente conduce a mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto con una resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  después de 28 días hábiles de curado.

**Tabla 18:** Análisis de diferencias muestrales mediante el método TUKEY para la resistencia a la compresión a los 28 días

Diferencia entre poblaciones	Valor muestral	Observación
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 10%	18.00	SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 15%	22.33	SIGNIFICATIVA

Concreto patrón – Concreto con sustitución a 20%	14.33	SIGNIFICATIVA
--------------------------------------------------	-------	---------------

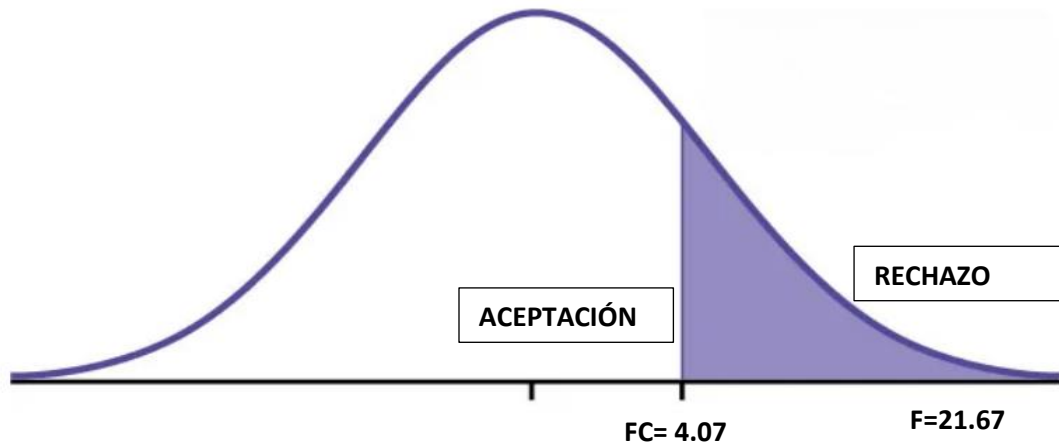
**Interpretación:**

Claramente, el análisis realizado mediante el método Tukey ha arrojado resultados de relevancia en lo que respecta al reemplazo de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en el concreto con una resistencia de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , particularmente al compararlo con la muestra de referencia después de 28 días de curado.

**Tabla 19:** Análisis de varianza para la resistencia de flexión a los 7 días de la muestra patrón y muestras sustituidas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	59.583333 3	3	19.861111 1	21.666666 7	0.0003390 2	4.0661805 5
Dentro de los grupos	7.3333333 3	8	0.9166666 7			
Total	66.916666 7	11				

**Figura 5:** Curva F de Snedecor (R. Flexión a 7 días)



**Interpretación:**

El valor de F obtenido para las muestras se sitúa en 21.67. Al compararlo con el valor crítico de 4.07 y considerando el nivel de significancia fijado en  $p=0.05.$ , con una probabilidad de 0.0003, como resultado, se puede concluir que la hipótesis nula debe ser rechazada de manera categórica. Esto indica que el reemplazo de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio tiene un efecto altamente beneficioso en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, en particular en lo que se refiere a la resistencia, que alcanza un valor significativo de 210 kg/cm<sup>2</sup> después de un período de curado de 7 días. Este resultado respalda sólidamente la viabilidad de la modificación en la composición del concreto que podría tener efectos beneficiosos en el sector de la construcción.

**Tabla 20:** Análisis de diferencias muestrales mediante el método TUKEY para la resistencia a la flexión a los 7 días

Diferencia entre poblaciones	Valor muestral	Observación
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 10%	4.67	SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 15%	2.67	SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución a 20%	1.00	NO SIGNIFICATIVA

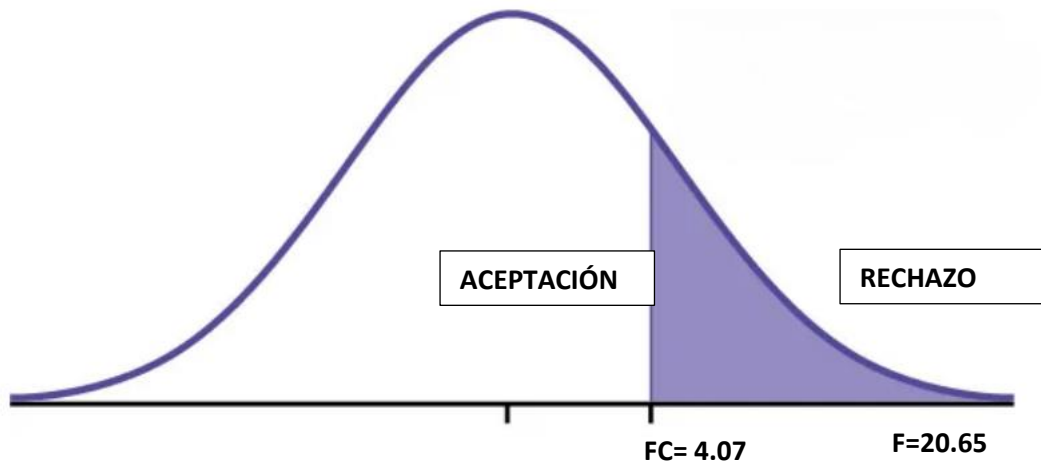
### Interpretación:

Se puede notar que, al aplicar el método Tukey, se concluye que la sustitución del 20% de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio no produce valores significativamente diferentes en comparación con el concreto estándar de resistencia  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 21:** Análisis de varianza para la resistencia de flexión a los 14 días de la muestra patrón y muestras sustituidas

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	92.91666 67	3	30.97222 22	20.64814 81	0.0004014 1	4.066180 55
Dentro de los grupos	12	8	1.5			
Total	104.9166 67	11				

**Figura 6:** Curva F de Snedecor (R. Flexión a 14 días)



**Interpretación:**

El valor F obtenido para las muestras es de 20.65, y al compararlo con el valor crítico de 4.07, se encuentra en la región con un nivel de significancia de  $p=0.05$ , considerando una probabilidad de 0.0004. Por lo tanto, se llega a la conclusión de que la hipótesis nula debe ser rechazada. Esto indica que la sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio efectivamente mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto con una resistencia de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 14 días de curado.

**Tabla 22:** Análisis de diferencias muestrales mediante el método TUKEY para la resistencia a la flexión a los 14 días

Diferencia entre poblaciones	Valor muestral	Observación
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 10%	3.67	SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 15%	2.33	NO SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución a 20%	3.67	SIGNIFICATIVA



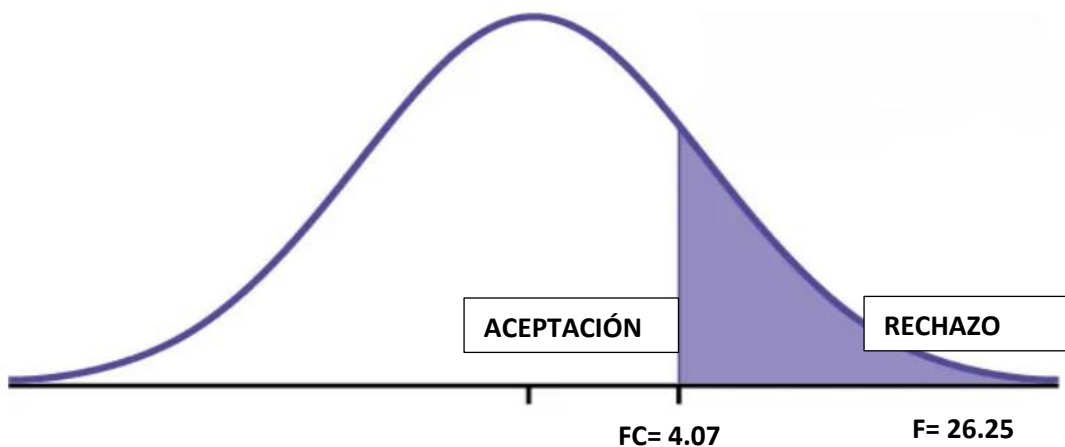
### Interpretación:

Se puede observar, que mediante el método Tukey, se obtuvo que, al sustituir las cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio por agregado fino, se obtiene que al 15% no tiene valores significativos con respecto al concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 23:** Análisis de varianza para la resistencia de flexión a los 28 días de la muestra patrón y muestras sustituidas

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	111.58333 3	3	37.194444 4	26.25490 2	0.0001711 7	4.0661805 5
Dentro de los grupos	11.333333 3	8	1.4166666 7			
Total	122.91666 7	11				

**Figura 7:** Curva F de Snedecor (R. Flexión a 28 días)



### Interpretación:

Se observa que tenemos un valor F de 26.25 para las muestras, y el valor crítico es de 4.07, por lo tanto, se encuentra dentro del área de  $p=0.05$ , tomando en cuenta que tenemos una probabilidad de 0.0002. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. El reemplazo de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio conduce a mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto con resistencia  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  después de 28 días de curado.

**Tabla 24:** Análisis de diferencias muestrales mediante el método TUKEY para la resistencia a la flexión a los 28 días

Diferencia entre poblaciones	Valor muestral	Observación
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 10%	6.33	SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución al 15%	3.00	NO SIGNIFICATIVA
Concreto patrón – Concreto con sustitución a 20%	1.67	NO SIGNIFICATIVA

### Interpretación:

Según el análisis efectuado con el método Tukey, se concluye que al reemplazar el 15% y el 20% de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en el concreto con una resistencia  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , no se detectan diferencias sustanciales en relación a la muestra de control. Esto implica que superar el nivel de sustitución del 10% es poco probable que resulte en mejoras significativas en las propiedades físico-mecánicas del concreto, particularmente en su capacidad de compresión. Es esencial tener en cuenta esta información al evaluar la viabilidad y eficacia de utilizar estos materiales como sustitutos en las mezclas de concreto para proyectos futuro.

## V. DISCUSIÓN

Los análisis de granulometría han proporcionado información valiosa sobre los agregados de piedra chancada. Concretamente, el módulo de finura, registrado en 6.94, confirma que la granulometría de estos agregados cumple con los requisitos necesarios para su incorporación en la producción de concreto, lo que facilita una distribución uniforme de las partículas y, por ende, una mayor compacidad y resistencia en la mezcla de concreto. Este dato también confirma que el tamaño máximo nominal de los agregados es de  $\frac{3}{4}$  de pulgada.

En lo que respecta al análisis del peso específico del agregado grueso, se ha registrado un valor de 2.94, el cual se encuentra en conformidad con las regulaciones establecidas en la Norma Técnica Peruana 400.021. Este valor no solo garantiza la alta calidad de estos agregados, sino que también sugiere una mayor densidad, lo que puede contribuir de manera significativa a la resistencia final del concreto.

El porcentaje de absorción para el agregado grueso, registrado en 1.85%, juega un papel fundamental en la formulación de una mezcla que cumpla con los parámetros normativos al permitir que el agregado retenga la cantidad óptima de agua y mejore la adherencia de las partículas, lo cual en última instancia promueve la resistencia del concreto. Además, el contenido de humedad para el agregado grueso, situado en 1.09%, cumple con las directrices de la norma técnica peruana. Estos resultados se alinean con la investigación de Sánchez (2021), respaldando que los agregados gruesos cumplen con los estándares establecidos por la Norma Técnica Peruana, lo que garantiza su idoneidad para su utilización en la construcción de concreto de alta calidad.

Estos aspectos relacionados con la granulometría, densidad y absorción de los agregados contribuyen a la certeza de producir un concreto resistente, duradero y de calidad óptima.

En el exhaustivo análisis de la granulometría de los agregados de arena, se han obtenido resultados de gran relevancia. El módulo de finura, registrado en 2.7, se

ubica dentro del rango específico de 2.3 a 3.1, lo que certifica que esta arena posee la finura adecuada, cumpliendo meticulosamente con los estándares estipulados y posicionándose como una elección altamente adecuada para su incorporación en la formulación de la mezcla de concreto.

En lo que respecta al análisis del peso específico del agregado fino, se ha obtenido un valor de 2.73, que se ajusta rigurosamente a las normativas establecidas en la Norma Técnica Peruana 400.021, reforzando su calidad y su total idoneidad para su incorporación en la mezcla de concreto. El porcentaje de absorción del agregado grueso, consignado en un 1.67%, aporta significativamente a la formulación de un diseño de mezcla altamente optimizado y en completa conformidad con las regulaciones vigentes. Asimismo, el nivel de humedad del agregado grueso se ha mantenido constante en un 1.2%, cumpliendo de manera rigurosa con las directrices de la norma técnica peruana.

Es importante destacar que el material que atraviesa la malla n°200 se ha registrado en un 3.2%, lo que está plenamente acorde con los estándares establecidos. Estos hallazgos no solo respaldan la elección de esta arena para la creación de concreto de alta calidad y rendimiento, sino que también enfatizan su versatilidad y su capacidad para contribuir a la formulación de mezclas de concreto de alto nivel, caracterizadas por su granulometría óptima, densidad adecuada y absorción equilibrada.

Comparando los componentes químicos predominantes, se destaca la aparición de óxido de calcio (CaO) en un 43.12%, y estos elementos se mantienen en los límites establecidos para el cemento de acuerdo con su tipología, lo que garantiza su cumplimiento con la norma ASTM C-150. Además, la ceniza de cáscara de trigo calcinada también contiene otros componentes, como el óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Estos elementos adicionales pueden contribuir a sus propiedades y a su capacidad para actuar como un material cementicio, proporcionando al concreto características especiales, como mayor durabilidad y resistencia a factores ambientales adversos.

En este escenario, la utilización de este material podría resultar en un incremento de la resistencia tanto a la compresión como a la flexión, un fraguado acelerado y una reducción de costos al emplear cantidades menores de esta sustancia.

Además, cabe destacar que la ceniza de cáscara de trigo calcinada es una opción respetuosa con el medio ambiente, ya que reutiliza subproductos agrícolas y puede reducir la cantidad de desechos en vertederos. La investigación futura podría centrarse en explorar más a fondo cómo estos componentes adicionales afectan el desempeño del concreto y en identificar los porcentajes óptimos de sustitución para lograr obtener resultados superiores en términos de resistencia y durabilidad del concreto.

Estos descubrimientos son congruentes con la investigación llevada a cabo por Diaz y Mogollón (2020), quienes exploraron la influencia de la cantidad y tipo de fibra de aluminio en la resistencia del concreto con una especificación similar ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>). Su estudio abarcó diversos porcentajes sustitución del agregado fino por fibras de aluminio de acuerdo con la NTP 400.037, evaluando el impacto en la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. Los resultados demostraron que incluso cantidades reducidas de fibra de acero podrían contribuir a la mejora de la resistencia del concreto, y se observó una similitud en el desempeño entre el agregado fino de fibra de aluminio y la arena gruesa, lo que refuerza la viabilidad de la aproximación. Además, se confirmó que no se producía una disminución significativa en la capacidad de trabajo del concreto.

En resumen, estos estudios enfatizan la eficacia de emplear fibras de aluminio como sustituto del agregado fino en el concreto, con valiosas implicaciones para la industria de la construcción en términos de mejorar la resistencia y durabilidad de las estructuras de concreto.

En una investigación anterior realizada por Galvez y Vergara (2017), se realizó un estudio con el propósito de mejorar la resistencia de un concreto que cumplía con las especificaciones de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. La mejora se logró mediante la sustitución de una parte del cemento por ceniza orgánica y la sustitución del agregado fino por fibras de aluminio, siguiendo las pautas de la Norma Técnica Peruana 400.037. Los

resultados alcanzados en este estudio previa confirmaron la viabilidad de aumentar la resistencia de un concreto con especificaciones de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  al utilizar una dosificación que reemplaza el 10% del cemento por ceniza de cáscara de trigo y el 10% del agregado fino por viruta de aluminio.

De manera relevante, se observó que, al emplear viruta de aluminio en lugar del agregado fino, se obtuvo un rendimiento similar al que se logra con arena gruesa, sin que esto impactara negativamente en la facilidad de trabajar el concreto ni en su resistencia. Estos resultados subrayan la versatilidad de los materiales reciclados y las opciones disponibles para mejorar las propiedades del concreto, coincidiendo con los hallazgos de la investigación. Esto sugiere oportunidades prometedoras para la implementación de estas metodologías en proyectos de ingeniería civil y construcción en un sentido más amplio, respaldando la búsqueda de soluciones que sean tanto más eficaces como respetuosas con el entorno.

En el detenido análisis de la resistencia a la flexión del concreto, que involucró la sustitución del cemento por cenizas de cáscara de trigo (CCT) en proporciones del 10%, 15%, y 20%, así como la sustitución del agregado fino por viruta de aluminio (VA) en cantidades del 10%, 15%, y 20%, y luego se comparó con el concreto convencional de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ , se obtuvieron resultados de gran relevancia. Se observó que al reemplazar el 10% del cemento con cenizas de cáscara de trigo y el 10% del agregado fino con viruta de aluminio, se logró un promedio de  $48 \text{ kg/cm}^2$  en resistencia física a la flexión a los 28 días. Esto representó un aumento del 4% en comparación con el promedio de resistencia a la flexión del concreto convencional, que fue de  $42 \text{ kg/cm}^2$ .

Además, se observó que este último resultado superó en un 2% al valor promedio de resistencia a la flexión del concreto en el que se reemplazó el 15% del cemento por cenizas de cáscara de trigo y se sustituyó el 15% del agregado fino por viruta de aluminio, llegando a  $45 \text{ kg/cm}^2$ . Por otro lado, al reemplazar el 20% del cemento con cenizas de cáscara de trigo y el 20% del agregado fino con viruta de aluminio, se logró un promedio de  $40 \text{ kg/cm}^2$  en resistencia a la flexión, lo que implicó una reducción del 4% en comparación con la sustitución del 10%. Estos resultados

respaldan investigaciones previas, como la de Guerrero (2018), que demuestran la relación directa entre la resistencia a la flexión y la cantidad de viruta de aluminio utilizada, con la posibilidad de lograr un aumento en el rango de 33.61 kg/cm<sup>2</sup> a 53.77 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente a un incremento del 50% en la resistencia flexional.

Resultados en línea con los hallazgos de Capillo y Palma (2020), indican que el concreto con una proporción del 10% de viruta de aluminio exhibe una mayor resistencia a la flexión en comparación con el concreto que contiene un 15%, además de demostrar un control efectivo en la formación de fisuras. Estos hallazgos destacan que la combinación de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio es eficaz para potenciar la resistencia a la flexión del concreto, lo que tiene importantes implicaciones para la creación de estructuras más sólidas y perdurables en proyectos de diseño y construcción.

La adopción de cenizas de cáscara de trigo en lugar de parte del cemento y la inclusión de viruta de aluminio como agregado fino en la mezcla de concreto con resistencia  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> presentó diversas fortalezas. Desde una perspectiva medioambiental, esta práctica abrazó la sostenibilidad al reutilizar residuos agrícolas y subproductos industriales, contribuyendo así a la reducción de desechos y a la conservación de recursos no renovables. Además, esta estrategia pudo traducirse en mejoras potenciales en propiedades mecánicas, como resistencia y durabilidad, dependiendo de la calidad y cantidad de las sustituciones. La posible reducción de costos también se destacó como una ventaja, especialmente si los materiales sustitutos resultaron más económicos o estuvieron fácilmente disponibles en el entorno local.

A pesar de estas fortalezas, el proceso de sustituir cenizas de cáscara de trigo por cemento y viruta de aluminio por agregado fino en el concreto no estuvo exento de desafíos. La variabilidad inherente en las propiedades de las cenizas de cáscara de trigo y las virutas de aluminio introdujo incertidumbre en las características finales del concreto, dificultando la previsión de los resultados. La compatibilidad y adherencia entre los componentes del concreto también se vieron afectadas, comprometiendo potencialmente la integridad estructural de la mezcla. Además, la

necesidad de ajustes precisos en las proporciones de la mezcla fue crucial para garantizar que se cumplieran los estándares de resistencia y durabilidad del concreto. La falta de comprensión completa de los efectos a largo plazo de estas sustituciones menos convencionales también constituyó una debilidad, ya que podría haber impactos desconocidos en la estabilidad y resistencia del concreto con el tiempo.



## VI. CONCLUSIONES

1. Se identificó que los agregados provenientes de la cantera Chero, tienen un tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{4}$ ", además que tienen un contenido de humedad menor al 1%.
2. Se determinó que las cenizas de cáscara de trigo tienen un comportamiento puzolánico, al tener un contenido alto de dióxido de sílice (28.06%) y óxido de calcio (43.12%).
3. Se determinó que la viruta de aluminio tiene un tamaño máximo nominal de  $\frac{3}{8}$ ", obteniendo un comportamiento granulométrico notablemente similar al del agregado fino.
4. Se determinó mediante los resultados de resistencia a la compresión para el diseño de mezcla  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , que la muestra patrón obtuvo porcentajes de 74%, 88% y 103%, a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Además, al sustituir en 10% el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, se obtuvo porcentajes de 80%, 95% y 111%, que son mayores en 6%, 7% y 8% que la muestra patrón, a los 7,14 y 28 días, respectivamente. Por otro lado, al sustituir en 15% el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, se obtuvo porcentajes de 83%, 98% y 113%, que son mayores en 9%, 10% y 10% que la muestra patrón, a los 7,14 y 28 días, respectivamente. Finalmente, al sustituir en 20% el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, se obtuvo porcentajes de 68%, 82% y 96%, que son menores en 6%, 6% y 7% la muestra patrón, a los 7,14 y 28 días, respectivamente.
5. Se determinó mediante los resultados de resistencia a la flexión para el diseño de mezcla  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , que la muestra patrón obtuvo porcentajes de 14%, 18% y 21%, a los 7, 14 y 28 días, respectivamente. Además, al sustituir en 10% el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, se obtuvo porcentajes de 16%, 20%, y 23%, que son mayores en

2%, 2% y 2% que la muestra patrón, a los 7,14 y 28 días, respectivamente. Por otro lado, al sustituir en 15% el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, se obtuvo porcentajes de 15%, 19%, y 21%, que son mayores en 1% y 1% que la muestra patrón, a los 7 y 14 días, respectivamente. Finalmente, al sustituir en 20% el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, se obtuvo porcentajes de 13%, 17%, y 19%, que son menores en 1%, 1% y 2% la muestra patrón, a los 7,14 y 28 días, respectivamente.

6. Se concluye mediante pruebas de ANOVA y el método TUKEY, que la sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en cuanto a la resistencia a la compresión aumenta un 10% en comparación a la muestra patrón y en cuanto a la resistencia a la flexión mantiene sus propiedades a los 28 días de su elaboración es por eso que el 15% de sustitución es el ideal para la resistencia a la compresión y flexión.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Realizar pruebas de resistencia al desgaste para comprender mejor el comportamiento a largo plazo de los agregados en aplicaciones reales.
2. Evaluar la viabilidad ambiental y la sostenibilidad del uso de las cenizas en el concreto.
3. Explorar la influencia de diferentes tamaños de viruta de aluminio en las propiedades finales del concreto.
4. Explorar la combinación de diferentes porcentajes de cenizas y viruta para evaluar posibles sinergias o efectos combinados en las propiedades del concreto.
5. Realizar pruebas a largo plazo para entender cómo estas adiciones afectan la resistencia y la durabilidad del concreto en el tiempo.
6. Realizar más pruebas estadísticas para poder determinar a mayores rangos, la influencia de la sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio por agregado fino.

## REFERENCIAS

1. AROÑE Benjamín. Influencia de la viruta de acero y concreto reciclado en la resistencia a la compresión por unidad y pila de ladrillos de concreto convencional. Lima 2020. Tesis (Título en Ingeniera Civil). Cartagena: Universidad Privada del Norte, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25104>

2. ARRIBAS Ines, VEGAS Ingrid y SAN JOSÉ, Juan. Durability studies on steelmaking slag concretes. *Materials & Design* [en línea]. Noviembre 2019, vol. 63, pp. 168-176. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.06.002>

ISSN: 1406-0002

3. BORDA Vivian. Análisis de las variaciones en las propiedades físico mecánicas en barras de acero corrugado nanoestructurado para refuerzo en estructuras de concreto. Tesis (Título en Ingeniera Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2018.

Disponible en: <https://acortar.link/lwDLt4>

4. CAPILLO Sevillano y PALMA Leonardo. Adición paja de trigo para evaluar las propiedades físico - mecánico del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas, Aucallama – 2020. Tesis (Título en Ingeniera Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2020.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62028>

5. DAI, Chenyi. Fabrication and Characterization of Aluminum Dross-Containing Mortar Composites: Upcycling of a Waste Product. *Journal of Sustainable Metallurgy* [en línea]. Enero 2017, vol. 3, n° 1 pp. 230-238. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s4083-7>

ISSN: 1016-0071

6. DIAZ Camilo y Mogollón Bryan. Influencia de la viruta de acero al carbón en las propiedades mecánicas del concreto de 3000 psi al incorporarlo como adición. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Cartagena: Universidad de Cartagena, 2020.

Disponible en: <https://acortar.link/3xtK3V>

7. DÍAZ Kelly. Evaluación del concreto adicionando ceniza de panca de maíz, Chota. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad San Pedro, 2021.

Disponible en: <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/169>

8. Effect of waste aluminium shavings on the bond characteristics of laterized concrete for Ofuyatan Omar [et al]. Materials Science, Engineering [en línea]. Marzo 2019, vol. 8, p. 25. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://cutt.ly/5wqLw6qG>

ISSN: 2141-7086

9. Effect of waste aluminium shavings on the bond characteristics of laterized for Ofuyatan Olatokunbo [et al]. Advanced Materials Research [en línea]. Enero 2019, vol. 8, n° 1 pp.25-36. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.12989/amr.2019.8.1.025>

ISSN: 1012-0989

10. Evaluación de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Concreto Producido a partir de Varias Marcas de Cemento Portland por Asal Soltani [et al]. Silicon [en línea]. Noviembre 2019, vol. 12, n° 1 pp. 1949-1956. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.4236/ojcm.2019.94020>

ISSN: 2164-5655

11. Evaluación de Propiedades Mecánicas, Microestructurales y Potencial de Calentamiento Global del Concreto Verde con Ceniza de Paja de Trigo y Humo de Sílice por Kafayatullah Khan [et al]. Journal of Materials Research and Technology [en línea]. Marzo 2022, vol. 15, nº 9, p. 3177. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma15093177>

ISSN: 1509-3177

12. Flexural behavior of fiber reinforced concrete incorporation with lathe steel scrap for Pavan Prasad [et al]. Advanced Mate. Hoy Proc [en línea]. Marzo 2020, vol. 8, nº 1 pp.25-36. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.793>

ISSN: 1016-3793

13. Fresh and mechanical properties of concrete made of binary substitution of millet husk ash and wheat straw ash for cement and fine aggregate for Naraindas Bheel [et al]. Revista de investigación y tecnología de materiales [en línea]. Julio 2021, vol. 13, p. 872-893. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.04.095>

ISSN: 0210-4095

14. GALVEZ Fabian y VERGARA Luis. Efecto del uso de residuos de aluminio, adicionado en diferentes porcentajes en una mezcla de hormigón. Tesis (Título en Ingeniera Civil). Cartagena: Universidad de Cartagena, 2017.

Disponible en: <https://acortar.link/T02rXG>

15. GARCÍA, Joaquin, CASTELLANOS, Nanci, GÓMEZ, Jaime y LÓPEZ, Andrés. Ultra-high-performance concrete with local high unburned carbon fly ash. *Minas*

[en línea]. \_Marzo\_2021, vol.88 n° 2 pp. 16-28 [Fecha de consulta: 16 de abril de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/1LfEsv>

ISSN: 2346-2183

16. GUERRERO Flores. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto con incorporación de fibras de aluminio reciclado, Lima, 2018. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/24595>

17. GULMEZ Nihan. Roles of aluminium shavings and calcite on engineering properties of cement-based composites. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. Diciembre 2020, vol. 70, p.120. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124104>

ISSN: 0124-0104

18. HKHUDHAIR, Mohammed. Comparative study of the influence of inorganic additions on the physical-chemical properties and mechanical performance of mortar and/or concrete. *Serie de conferencias IOP: Ciencias ambientales y de la tierra*. [en línea]. Setiembre 2022, vol. 5, n°3 pp. 120-128 [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.48317/IMIST.PRSM/morjchem-v5i3.8451>

ISSN: 1084 1202

19. Influence of secondary aluminum dross (SAD) on compressive strength and water absorption capacity properties of sandcrete block for Nduka, David [et al]. *Materials Science* [en línea]. Enero 2019, vol. 6, p. 1306. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1608687>

ISSN: 647-9257

20. Influencia de la finura de la ceniza de paja de trigo en la retracción autógena y las propiedades mecánicas del hormigón verde for Muhammad Nasir [et al]. *Construction and Building Materials* [en línea]. Marzo 2022, vol. 15, n° 5, pp. 588. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/cryst12050588>

ISSN: 0950-0618

21. IZQUIERDO, Ines, IZQUIERDO, Omar, y RAMALHO. Physical and Mechanical Properties of Concrete Using Residual Powder from Organic Waste as Partial Cement Replacement. *Revista de Producción más Limpia* [en línea]. Diciembre 2018, vol. 1, p. 11. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://acortar.link/44ftw2>

22. LÓPEZ Rubén. Sustitución de 4% de cemento por la combinación de arcilla y cenizas de paja de trigo para un concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima: Universidad San Pedro, 2018.

Disponible en: <https://acortar.link/SmULXQ>

23. MERVE Şahin. KARATAŞ Miguel. Evaluación de las propiedades mecánicas y durabilidad de morteros autocompactantes alcalinos activados a partir de residuos de boro y escorias granuladas de alto horno. *Ciencia de los Materiales, Ingeniería* [en línea]. \_Setiembre 2022, vol. 1, p. 1. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105263>

ISSN: 2524-1882



24. NABIL Akhras. Durabilidad del hormigón de ceniza de paja de trigo expuesto a daños por congelación y descongelación. *Materiales de construcción* [en línea]. Abril 2015, vol. 164 n° 2 pp. 79-86. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1680/coma.900045>

ISSN: 1747-650X

25. NABIL Akhras. Durability of wheat straw ash concrete to alkali-silica reaction. *Materiales de construcción* [en línea]. Abril 2016, vol. 166 no 2 pp. 79-86 [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1680/coma.11.00005>

ISSN: 1016-0080

26. NABIL Akhras. No Access Thermal cycling of wheat straw ash concrete. *Materiales de construcción* [en línea]. Enero 2018, vol. 161 no 1 pp. 9-15 [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1680/coma.2008.161.1.9>

ISSN: 1016-2080

27. NWOKEALISI Patricia. Effect of waste aluminium shavings on the bond characteristics of laterized concrete. *KoreaScience* [en línea]. Diciembre 2019, vol. 8, no1, pp. 25-36. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.12989/amr.2019.8.1.025>

ISSN: 2234-0912

28. OLIVERA Yamalit, SOCRATES Pedro, OLIVERA Yamalit. Systematic Literature on the Improvement of the Mechanical Properties of Concrete with Fibers of Artificial-Natural Origin. [en línea]. Abril 2021, vol. 2, n° 2 pp. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.14483/23448393.18207>

ISSN: 3931-8207

29. Potencialidad de la mezcla escoria de cubilote-cascarilla de laminación-viruta de aluminio para obtener un material puzolánico mediante aluminotermia por Pérez Leydys [et al]. *Minería y Geología* [en línea]. Octubre 2019, vol. 35, p.464-479. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1036/1/012049>

ISSN: 1993 8012

30. Propiedades químicas, mecánicas y de durabilidad del hormigón con aditivos minerales locales en un entorno de sulfato en el noroeste de China for Qingke Nie [et al]. *Construction and Building Materials* [en línea]. Diciembre 2018, vol. 7, nº 5 pp. 3772–3785. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma7053772>

ISSN: 2878-8648

31. RANA Shabbar y NEDWEL Wu. Mechanical properties of lightweight aerated concrete with different aluminium powder content. *Materials Science, Engineering*. [en línea]. Enero 2017, vol. 1, nº 1 p. 1051 [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1051/MATECCONF%2F201712002010>

ISSN: 5534-3617

32. REDDY, Maheshwar. Aspectos mecánicos y de durabilidad del hormigón con escoria secundaria de aluminio. *Ciencia de los Materiales, Ingeniería* [en línea]. Diciembre 2016, vol. 10, p.116. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].  
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.REFFIT.2016.10.012>

ISSN: 1610-0121

33. SIDDIQUE, Rafat. Properties of Concrete made with Volcanic As. Investigación de materiales avanzados. [en línea]. Julio 2018, vol. 1, no 1 p. 1016 [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.010>

ISSN: 0921-3449

34. Strength Evaluation of Aluminium Fibre Reinforced Particle Board made from Sawdust and Waste Glas for Atoyebi Oscar [et al]. Materials Science and Engineering [en línea]. Diciembre 2021, vol. 1, p. 1306. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1036/1/012049>

ISSN: 9042-1097

35. VAMAYA Carlos y ARAQUE, Marilyn. Estudio de las propiedades físico-mecánicas del concreto con incorporación de vidrio molido y análisis comparativo a partir de concreto con fibra de acero y concreto convencional. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Villavicencio: Universidad Santo Tomas, 2020.

Disponible en: <https://acortar.link/lwkhGA>

36. Utilizing Industrial Metal Wastes in One-Way Ribbed Reinforced Concrete Panels for Alfeehan [et al]. Revista Ingeniería de Construcción R [en línea]. Diciembre 2020, vol. 35, no 3 pp.1-11. [Fecha de consulta: 21 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000300246>

ISSN: 0718-5073

37. WANG Yuli y WANG, Junjie. Effects of Aggregate Micro Fines (AMF), Aluminum Sulfate and Polypropylene Fiber (PPF) on Properties of MachineMade Sand Concrete. Materials Science [en línea]. Diciembre 2020, vol. 265, p. 120759. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/J.CONBUILDMAT.2020.120759>

ISSN: 2251-5049

38. WANG, Yuli; WANG, Junjie y GUAN, Xian. Effects of Aluminum Sulfate and Quicklime/Fluorgypsum Ratio on the Properties of Calcium Sulfoaluminate (CSA) Cement-Based Double Liquid Grouting Materials. *International Journal of Sustainable Materials and Structural Systems* [en línea]. Abril 2019, vol. 12, no 1, pp. 100-101. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma12081222>

ISSN: 1299-4194

39. YI Jiang. Characteristics of steel slags and their use in cement and concrete. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea]. Setiembre 2018, vol. 136, nº1, pp. 187-197. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2023].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.04.023>

ISSN: 0010-1016

40. ZHAO, Haitao. DONGHUI Xiao y ZHANG Shiping. Influence of Pore Structure on Compressive Strength of Cement Mortar. *Materials Science, Engineering*. [en línea]. 2014, vol. 2014, p. 11 [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2014%2F247058>

ISSN: 8084-8400

**ANEXOS**

**Anexo 1:** Tabla de operacionalización de variables

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<u>VARIABLES INDEPENDIENTES</u>					
Cenizas de cáscara de trigo	Es el producto de la incineración, contiene sílice en grandes cantidades también puede ser puzolanas cenizas volantes por combustión, estas tienen pequeñas porciones de cemento sin ser procesado (Apaza y Quispe, 2022, p.18).	Se pretende sustituir el agregado fino por porcentajes de cenizas de cáscara de trigo en el concreto, por lo cual, se requiere las características de las partículas de ceniza de cáscara de trigo y su diseño de mezcla.	Análisis por fluorescencia de rayos-x dispersiva en energía	% de impurezas	Razón
				Composición química	
			Análisis térmico diferencial y termogravimétrico	ATD	Razón
				TGA	
			Granulometría	Tamizaje	Razón
			Dosificación	0%	Razón
				10%	
15%					
	20%				
Viruta de aluminio	Es la consecuencia mediante efectos de corte,	Se pretende sustituir el agregado fino por porcentajes de viruta de aluminio	Análisis de calidad	% de impurezas	Razón

	debido a su capacidad de deformarse a altas temperaturas, puede transformarse y reciclarse cuantas veces sea necesario	en el concreto, por lo cual, se requiere las características de las partículas de ceniza de cáscara de trigo y su diseño de mezcla.	Granulometría	Tamizaje	Razón
			Dosificación	0%	Razón
				10%	
				15%	
				20%	
<u>VARIABLE</u> <u>DEPENDIENTE</u>					
Propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	Las propiedades físicas se definen como la descripción de las características físicas de un elemento, mientras que las propiedades mecánicas son la capacidad de someter a un elemento a cargas o fuerzas externas	Se realizará el diseño de mezcla para un concreto tradicional en comparación a un concreto con sustitución de agregado fino por viruta de aluminio y cenizas de cáscara de trigo, llegando a obtener un $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días, se tomará en cuenta los criterios del método ACI, además para la obtención de datos se va a realizar ensayos al concreto en estado endurecido.	Propiedades físicas y mecánicas	Resistencia a la compresión	Razón
				Resistencia a la flexión	Razón

## Anexo 2: Matriz de consistencia

TÍTULO: Análisis de propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , sustituyendo cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, Chimbote, 2023						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA	
<p><b><u>Problema general</u></b></p> <p>¿Cuáles son los efectos que genera la sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en las propiedades físico-mecánicas del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>?</p> <p><b><u>Problemas específicos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son las características físico-mecánicas de los agregados utilizados en el concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, según los resultados de los estudios de granulometría?</li> <li>¿Cuál es la composición química de las</li> </ul>	<p><b><u>Objetivo general</u></b></p> <p>Analizar los efectos de las propiedades físico-mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio, Chimbote, 2023</p> <p><b><u>Objetivos específicos</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las características físico-mecánicas de los agregados para el concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> mediante los estudios de granulometría.</li> <li>Determinar la composición química de las cenizas de cascara de trigo mediante el análisis por fluorescencia</li> </ul>	<p><b><u>Hipótesis alternativa</u></b></p> <p>La sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup></p> <p><b><u>Hipótesis nula</u></b></p> <p>La sustitución de cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio no mejora las propiedades físico-mecánicas del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup></p>	<p><b><u>Variable estudio</u></b></p>	<p><b><u>Dimensiones</u></b></p>	<p><b><u>Indicadores</u></b></p>	<p><b><u>Tipo de estudio:</u></b> Aplicada.</p> <p><b><u>Diseño de investigación:</u></b> Experimental.</p> <p><b><u>Método de investigación:</u></b> Cuantitativo.</p> <p><b><u>Población:</u></b> 120 probetas en total las cuales serán sometidas a cargas, con un concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup> un total de 60 probetas sometidas a compresión y 60 probetas sometidas a flexión que serán evaluadas a los 7,14 y 28 días con variantes de 0%, 10%, 15% y 20%.</p> <p><b><u>Muestra:</u></b> Análisis de 72 probetas en total, las cuales 36 probetas sometidas a compresión, 36 probetas sometidas a flexión que serán</p>
			<p><b><u>Variable independiente</u></b></p> <p>Cenizas de cáscara de Trigo</p>	<p>Análisis por fluorescencia de rayos-x dispersiva en energía</p> <p>Análisis térmico diferencial y termogravimétrico</p> <p>Granulometría</p> <p>Dosificación</p>	<p>% de impureza</p> <p>Composición química</p> <p>ATD</p> <p>TGA</p> <p>Tamizaje</p> <p>0%</p> <p>10%</p> <p>15%</p> <p>20%</p>	
			<p><b><u>Variable independiente</u></b></p> <p>Viruta de aluminio</p>	<p>Análisis de calidad</p> <p>Granulometría</p> <p>Dosificación</p>	<p>% de impureza</p> <p>Tamizaje</p> <p>0%</p> <p>10%</p> <p>15%</p> <p>20%</p>	



<p>cenizas de cáscara de trigo utilizadas como sustituto en el concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo con los resultados del análisis químico?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son las características físico-mecánicas de la viruta de aluminio</li> </ul>	<p>de rayos-x dispersiva en energía y el análisis térmico diferencial y termogravimétrico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las características físico-mecánicas de la viruta de aluminio mediante un ensayo granulométrico.</li> </ul>		<p><b><u>Variable dependiente</u></b></p> <p>Propiedades físico-mecánicas del concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></p>	<p>Propiedades físicas y mecánicas</p>	<p>Resistencia a la compresión</p> <hr/> <p>Resistencia a la flexión</p>	<p>evaluadas a los 7,14 y 28 días con variantes de 0%, 10%, 15% y 20%.</p> <p><b><u>Muestreo:</u></b>  Muestreo no probabilístico, será considerado según criterios subjetivos y la selección será mediante las normas E.060 y ASTM C39.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>empleada en el concreto <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup>, según los resultados del ensayo granulométrico?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es el efecto que se genera al sustituir el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>?</li> <li>• ¿Cuál es el efecto que se genera al sustituir el agregado fino por cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio en la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la resistencia a la compresión del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el agregado fino con cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio</li> <li>• Determinar la resistencia a la flexión del concreto <math>f'c=210</math>kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el agregado fino con cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio.</li> </ul>				<p>Resistencia a la flexión</p>	
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--	---------------------------------	--

### Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

Ensayos y resultados de los agregados cenizas de cascara de trigo y viruta de aluminio

<b>LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.</b>	
ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189	
<b>REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X</b>	
<b>F.Q.A. PERÚ S.A.C.</b>	
<b>SOLICITANTE</b>	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT ROMERO BAYONA JULIO PAULO
<b>TESIS</b>	ANALISIS DE PROPIEDADES FISICO-MECANICO DEL CONCRETO F'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CENIZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE. 2023
<b>MUESTRA</b>	CENIZAS DE CASCARA DE TRIGO
<b>FECHA DE INGRESO</b>	21 DE AGOSTO DEL 2023
<b>MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO</b>	

**1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES**

**CONDICIONES DE LA MEDICION:**  
El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca  
**BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.**  
Fuente de rayos x: tubo de Mo.  
Tiempo de medida: 2000 segundos.  
ESTANDAR INTERNACIONAL PARA  
CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)  
Concentración: lg/l.

**2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA**

Se analizó 0,5016 g de la muestra de CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

**3. METODO**

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ANALISTA RESPONSABLE : ING. CARLOS VALQUI MENDOZA

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL  
CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

## 4. RESULTADOS

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	28.06	Espectrometria de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	43.12	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	11.63	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.51	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	4.72	
OXIDO DE TITANIO (Ti O)	0.07	
OXIDO DE ESTRONCIO (Sr O)	0.16	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	<0.01	
DIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )	0.73	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	<0.01	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.19	
PÉRDIDA AL FUEGO	10.81	

## 5. CONCLUSION

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente Calcio (Ca), sílice (Si), Aluminio (Al) y Potasio (K) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; hierro (Fe), titanio (Ti), estroncio (Sr), cobre (Cu), azufre (S), zinc (Zn) y manganeso (Mn).

  
CARLOS M. P. M.  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 122556

TRUJILLO, 25 DE AGOSTO DEL 2023

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



## REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL F.Q.A. PERÚ S.A.C.

<b>SOLICITANTE</b>	RÓDRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT ROMERO BAYONA JULIO PAULO
<b>TESIS</b>	ANALISIS DE PROPIEDADES FISICO-MECANICO DEL CONCRETO F°C = 210 kg/cm <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CENIZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023
<b>MUESTRA</b>	CENIZAS DE CASCARA DE TRIGO
<b>FECHA DE INGRESO</b>	21 DE AGOSTO DEL 2023
<b>MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO</b>	

### 1. MUESTRA: CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO (10.0263 g)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	0.5018 g	

### 2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 1600°C  
SETSYS\_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 50 MG

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



#### 4. RESULTADOS

##### e. CURVA TGA Y ATD



#### 5. CONCLUSION

- Según el análisis Termo gravimétrico se muestra la descomposición térmica a través de la pérdida de masa en función a la temperatura indicando dos regiones donde se hace más intensa la pérdida, la primera en un rango entre 100 y 300°C y la segunda menos intensa entre 500 y 620°C, posteriormente la pérdida es gradual. El material llega a perder un aproximado de 11% de masa, respecto a su masa inicial a la temperatura máxima de ensayo.

CARLOS LEIVA  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 122588



TRUJILLO, 25 DE AGOSTO DEL 2023

# LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189



## INFORME DE CALIDAD F.Q.A. PERÚ S.A.C.

<b>SOLICITANTE</b>	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT ROMERO BAYONA JULIO PAULO
<b>TESIS</b>	RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , SUSTITUYENDO EL AGREGADO FINO POR CENIZAS DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE. 2023
<b>MUESTRA</b>	VIRUTA DE ALUMINIO
<b>FECHA DE INGRESO</b>	21 DE AGOSTO DEL 2023
<b>MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO</b>	

ANALISIS (g)	UNIDADES	RESULTADO
PUREZA	%	99.13
DENSIDAD	$\text{kg/m}^3$	2690
PUNTO DE EBULLICIÓN	$^{\circ}\text{C}$	2471
PUNTO DE FUSIÓN	$^{\circ}\text{C}$	675
CALOR DE FUSIÓN	$\text{kJ/mol}$	11.06
CALOR ESPECÍFICO	$C_p \text{ (J/Gk)}$	0.94 (0.23 cal/g $^{\circ}\text{C}$ )
CALOR LATENTE DE FUSIÓN	$y \text{ (J/kg)}$	$392 \cdot 10^3$ (94 Kcal/kg)

**CONCLUSIONES:** La muestra es conforme con las especificaciones establecidas del cliente

  
CARLOS RODRIGUEZ DIAZ  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 122568



TRUJILLO, 25 DE AGOSTO DEL 2023

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com

# Diseño de mezcla de concreto 210kg/cm<sup>2</sup>



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO:	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°:	CC-APP-DM-01
	FC=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO CENIZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	PÁGINA N°:	01 de 03
SOLICITA:	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash		FECHA:
			31/08/2023

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 210 KG/CM2

Método de Diseño 211 ACI

### Procedencia de Agregados

- Ag. Grueso Cantera Chero
- Ag. Fino Cantera Chero

### Cemento

- Cemento Pacasmayo Tipo I
- Peso Específico 3110 kg/m<sup>3</sup>

### Agua

- Agua Potable
- Peso Específico: 1000 kg/m<sup>3</sup>

### Características del Concreto

- Resistencia Especificada 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamiento 3" a 4"

### 1. Resistencia Requerida ( $f'_{cr}$ ) - "No hay datos estadísticos"

Resistencia Especificada a la Compresión, Mpa	Resistencia Promedio Requerida a la Compresión, Mpa	
$f_c < 21$	$f_{cr} = f_c + 7.0$	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
$21 \leq f_c \leq 35$	$f_{cr} = f_c + 8.5$	$f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$
$f_c > 35$	$f_{cr} = 1.1f_c + 5.0$	$f_{cr} = 29 \text{ MPa}$

### 2. Selección del Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso

El TMN está limitado por las dimensiones de la estructura teniéndose presente que en ningún caso debe de exceder de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

Selección del TMN del Agregado Grueso

### 3. Datos Obtenidos de los Agregados en Laboratorio

Ensayos	Unidad	Ag. Grueso	Ag. Fino
Módulo de Fineza		-	2.72
Peso Específico	kg/m <sup>3</sup>	2820	2726
Absorción	%	0.48	0.83
Contenido de Humedad	%	0.55	1.47
Peso Unistario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1510	1623
Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1625	1789



Victor Alfonso Martínez Lozano  
Ingeniero Civil  
R.C. N° 123456







KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

PROYECTO:	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO	REGISTRO N°:	CC-APP-DM-01
	FC=210 KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	PÁGINA N°:	02 de 03
SOLICITA:	RODRIGUEZ DÍAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
UBICACIÓN:	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Departamento: Ancash	FECHA:	31/08/2023

#### 4. Estimación del Contenido de Aire y Agua de Mezclado

Incorporación de Aire al Concreto		NO
Requerimiento de Agua de Mezclado	L/m <sup>3</sup>	216
Porcentaje de Aire al Concreto	%	2.5
Nivel de Exposición		No Aplica

#### 5. Selección de Relación Agua - Cemento ( a/c )

Con el valor de la resistencia promedio requerida  $f_{cr}$ , obtenemos la relación agua/cemento para concretos normales; si el concreto está sometido a condiciones severas se utilizará valores para asumir la relación agua/cemento por durabilidad.

$$f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2$$

$f_{cr}$	a/c	a/c	0.56
250	0.62		
295	0.56		
300	0.55		

#### 6. Contenido de Cemento

$$\text{Cemento} = 216 \text{ l/m}^3 / 0.56 = 388 \text{ kg} = 9.12 \text{ bolsas}$$

#### 7. Estimación del Contenido de Agregado Grueso y Agregado Fino

Cemento	=	0.125	kg	
Volumen de Pasta	=	0.366	m <sup>3</sup>	
Volumen de Agregados	=	0.634	m <sup>3</sup>	
Aire Atrapado	=	0.025		
Agua	=	0.216		
b/bó	=	0.57		
Peso del Agregado Grueso	=	923.0	kg	Agregado Grueso
Volumen del Agregado Grueso	=	0.327	m <sup>3</sup>	51.6%
Peso del Agregado Fino	=	836.9	kg	Agregado Fino
Volumen del Agregado Fino	=	0.307	m <sup>3</sup>	48.4%

#### 8. Diseño de Mezcla en Estado Seco

Cemento	387.8	kg
Agregado Fino Natural	836.9	kg
Agregado Grueso Natural	923.0	kg
Agua	216.0	lt



Ing. Alfonso Herrera Lizaso  
Ingeniero Civil  
R. O. N.º 123456





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>PROYECTO:</b> ANALISIS DE PROPIEDADES FISICO-MECANICAS DEL CONCRETO	<b>REGISTRO N°:</b> CC-APF-DM-01
FC=210 KG/CM2, SUSTITUYENDO CENIZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>PÁGINA N°:</b> 03 de 03
<b>SOLICITA:</b> RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULLO	
<b>UBICACIÓN:</b> Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>FECHA:</b> 31/08/2023

### 9. Corrección del Diseño por el Aporte de Humedad de los Agregados

#### a) Pesos Húmedos Corregidos de los Agregados

Agregado Grueso húmedo	=	928.1	kg
Agregado Fino Húmedo	=	849.2	kg

#### b) Aporte de Agua de los Agregados

Agregado Grueso	=	0.66	lt
Agregado Fino	=	5.35	lt

#### c) Cálculo de Agua Efectiva

Agua Efectiva	=	210.0	lt
---------------	---	-------	----

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

### 10. Diseño de Mezcla en Estado Húmedo

#### - Expresión de Proporciones en Peso

Cemento	=	387.8	kg	=	1.00	kg
Agregado Fino Natural	=	849.2	kg	=	2.19	kg
Agregado Grueso Natural	=	928.1	kg	=	2.39	kg
Agua	=	210.0	lt	=	0.54	lt

1	:	2.19	:	2.39	:	0.54
---	---	------	---	------	---	------

#### - Expresión de Proporciones en Volumen

Cemento	=	1	bis
Agregado Fino Natural	=	2.03	pie3
Agregado Grueso Natural	=	2.38	pie3
Agua	=	23.01	lt/bis

1	:	2.03	:	2.38	:	23.01
---	---	------	---	------	---	-------

  
Walter Alfredo Herrera Lizaso  
ABRIL 1978  
C.C. 1041118007



# Ensayo de análisis granulométrico de los agregados



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-240 KG/CM <sup>2</sup>	REGISTRO N°:	CC-APP-GBA-01
	SUSTITUYENDO CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	PAGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO SAYONA JULIO PAULO		
UBICACIÓN :	Ciudad: Chimbote - Provincia: Santa - Dpto: Ancash	CANTERA :	Chico
		FECHA:	31/08/2023

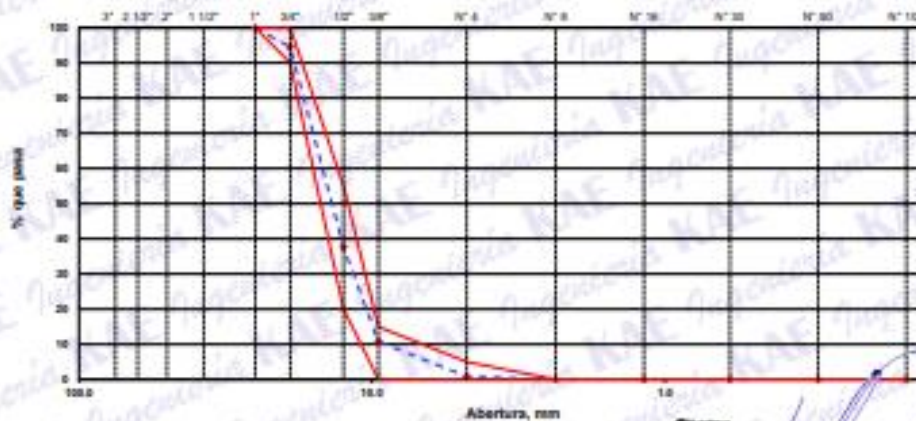
## ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-136, MTC E204)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	RETENIDO MATERIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	% PASA	ASTM "LIM. INF."	ASTM "LIM. SUP."
100.00	4"						
90.00	3 1/2"						
75.00	3"						
63.00	2 1/2"						
50.00	2"						
37.50	1 1/2"						
25.00	1"	0	0.00	0.00	100.00	100	100
19.00	3/4"	251.00	5.30	5.50	94.50	90	100
12.50	1/2"	2566.00	56.91	62.41	37.59	20	55
9.50	3/8"	1223.00	26.79	89.20	10.80	0	15
4.75	N° 4	455.00	9.97	99.17	0.83	0	5
2.30	N° 8	38.00	0.83	100.00	0.00	0	0
1.18	N° 16	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
0.60	N° 30	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
0.30	N° 60	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
0.15	N° 100	0.00	0.00	100.00	0.00	0	0
	FONDO	0.00	0.00	100.00			

Módulo de Fines : 5.94

Tamaño Máximo Nominal : 3/4"

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante



Labor. Alfonso Herrera Latorre  
Abogado Civil  
RUC: 7101271001





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-210 KG/CM <sup>2</sup>	REGISTRO N°:	CC-APP-GR-02
	SUSTITUYENDO CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO, CHIMBOTE, 2023	PAGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
UBICACIÓN :	DISTRITO Chimbote - Provincia Santa - Depto Ancash	CANTERA :	Chero
		FECHA:	21/08/2023

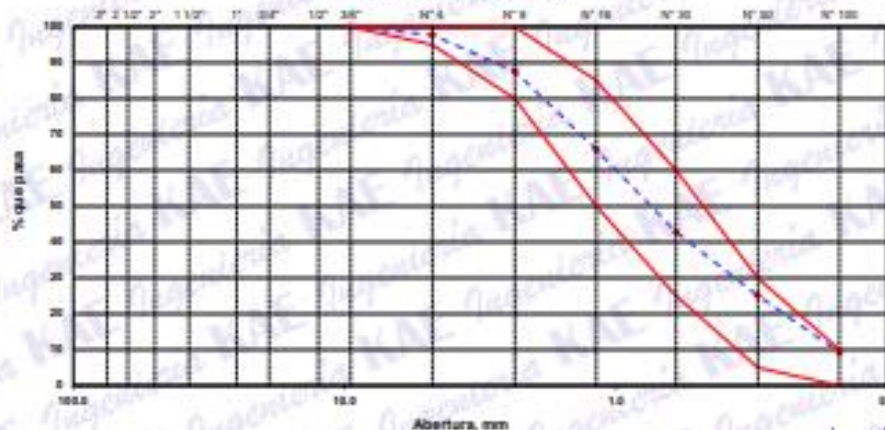
### ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-136, MTC E204)

Peso Inicial Seco (gr)	500.00	AGREGADO FINO ASTM C39/C33M - 18 - ARENA GRUESA
Peso Lavado y Seco (gr)	480.20	

ABERTURA (mm)	TAMIZ	RETENIDO MATERIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASA	ASTM "LIM. SUP."	ASTM "LIM. INF."
100.00	4"						
90.00	3 1/2"						
75.00	3"						
63.00	2 1/2"						
50.00	2"						
37.50	1 1/2"						
25.00	1"						
19.00	3/4"						
12.50	1/2"						
9.50	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
4.75	N° 4	11.20	2.24	2.24	97.76	95	100
2.36	N° 8	50.00	10.12	12.36	87.64	88	100
1.18	N° 16	109.40	21.88	34.24	65.76	50	85
0.60	N° 30	114.80	22.96	57.20	42.80	25	60
0.30	N° 50	88.00	17.72	74.92	25.08	5	30
0.15	N° 100	79.30	15.86	90.78	9.22	0	10
0.07	N° 200	26.80	5.36	96.14	3.86	-	-
	FONDO	19.30	3.86	100.00			

Modulo de Fineza : 2.72

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

**Ing. Alfonso Herrera Lizaso**  
 Gerente General  
 RUC: 20100151001





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-210 KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUYENDO CENZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	REGISTRO N°:	CC-APP-PU-01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PALLO	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Dpto: Arequipa	FECHA:	31/05/2023

### ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO

MTC E203

#### A. GRUPO - CANTERA CHERO

PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m<sup>3</sup>):

1509.8

PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m<sup>3</sup>):

1825.0

SUELTO COMPACTADO

21.111 22.885

21.526 23.045

21.325 22.932

#### A. FINO - CANTERA CHERO

PESO UNITARIO SUELTO (Kg/m<sup>3</sup>):

1823.0

PESO UNITARIO COMPACTADO (Kg/m<sup>3</sup>):

1788.7

SUELTO COMPACTADO

22.814 25.241

23.010 25.316

22.936 25.220

#### OBSERVACIÓN:

La muestra de agregados fueron proporcionadas por el solicitante.



**María Alejandra Herrera Lizaso**  
INGENIERA CIVIL  
R.C. 17115087







**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup>	REGISTRO N° :	CC-APP-PE-02
	SUSTITUYENDO CENZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	PAGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote / Provincia: Santa / Depto: Arecash	FECHA :	31/08/2023

### ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO MTC E205

#### Información de Muestra

Cantera : Chero Temp. Agua : 23 °C Saturación : 24 hrs  
Muestra : 500 gr. Fiola : 500 cm<sup>3</sup>

Peso en el aire de la muestra secada en horno		495.9	gr.
Peso de la fiola llena de agua a la marca de calibración		665.2	gr.
Peso de la fiola con la muestra y el agua		981.8	gr.
P. Especifico Saturado con Superficie Seca	Pe <sub>sat</sub>	2.704	gr/cm <sup>3</sup>
P. Especifico de Masa	Pe <sub>m</sub>	2.726	gr/cm <sup>3</sup>
P. Especifico Aparente	Pe <sub>a</sub>	2.766	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	Ab	0.83	%

#### OBSERVACIONES:

La muestras de agregados fueron proporcionadas por el solicitante.



*[Firma]*  
Ing. Alfonso Herrera Lizaso  
Médico Civil  
R.C. 100000000





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TEMA :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'CD=210 KG/CM <sup>2</sup>	REGISTRO N°:	CC-APP-CH-01
	SUSTITUYENDO CENZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PÁLIDO		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote; Provincia: Santa; Depto: Arequipa	FECHA:	31/08/2023

### CONTENIDO DE HUMEDAD

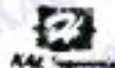
(ASTM 4944, ASTM 4550, ASTM 2210)

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA INTEGRAL (AGREGADO GRUESO - CANTERA CHERO)				
N° de Muestra				
		1	2	
a	Recipiente	N°	7	15
b	Peso Recip. + Suelo Húmedo	gr	1652.2	1644.3
c	Peso Recip + Suelo Seco	gr	1643.0	1634.2
d	Peso Recipiente	gr	68.4	67.5
e	Peso del Agua	gr	8.3	10.1
f	Peso Suelo Seco	gr	1575.5	1788.7
g	Contenido de Humedad	%	0.53	0.57
h	Humedad Promedio	%	0.55	

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA INTEGRAL (AGREGADO FINO - CANTERA CHERO)				
N° de Muestra				
		1	2	
a	Recipiente	N°	11	4
b	Peso Recip. + Suelo Húmedo	gr	603.2	591.2
c	Peso Recip + Suelo Seco	gr	613.9	584.4
d	Peso Recipiente	gr	62.3	51.4
e	Peso del Agua	gr	9.3	6.8
f	Peso Suelo Seco	gr	581.8	533
g	Contenido de Humedad	%	1.66	1.26
h	Humedad Promedio	%	1.47	

#### OBSERVACIONES :

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



**Yusuf Alfarukh Marmiro Ledezma**  
Abogado Civil  
R.C. N° 14718067







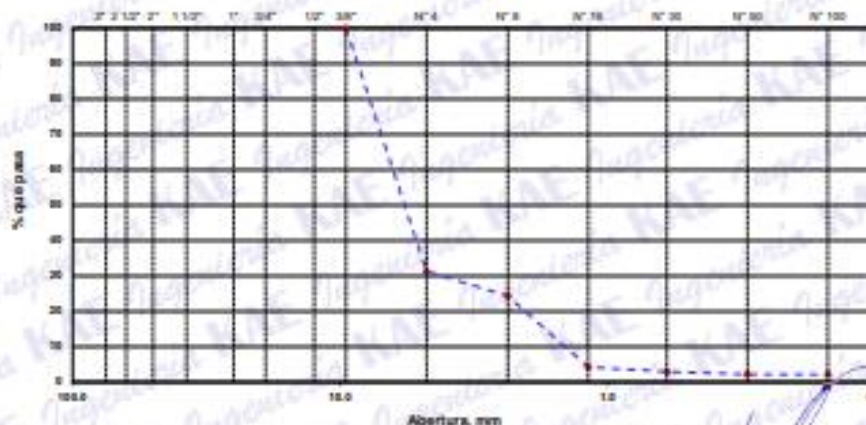
TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-20 KG/CM <sup>2</sup>	REGISTRO N°:	CC-ADF-GSA-03
	SUSTITUYENDO CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO, CHIMBOTE, 2023	PAGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
UBICACIÓN :	Duazo, Chimbote - Provincia Santa Olayo, Arequipa	CANTERA :	
		FECHA:	21/08/2023

**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS**  
(ASTM C-136, MTC E204)

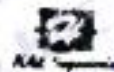
Peso Inicial Seco (gr)		VIRUTA DE ALUMINO					
Peso Lavado y Seco (gr)							
ABERTURA (mm)	TAMIZ	RETENIDO MATERIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	% PASA	ASTM "LIM. INF."	ASTM "LIM. SUP."
100.00	4"						
90.00	3 1/2"						
75.00	3"						
63.00	2 1/2"						
50.00	2"						
37.50	1 1/2"						
25.00	1"						
19.00	3/4"						
12.50	1/2"						
9.50	3/8"	0.00	0.00	0.00	100	-	-
4.75	N° 4	841.30	88.68	88.68	31	-	-
2.30	N° 8	85.70	7.00	75.68	24	-	-
1.18	N° 16	246.30	20.11	95.79	4	-	-
0.60	N° 30	15.80	1.29	97.08	3	-	-
0.30	N° 50	0.00	0.73	97.81	2	-	-
0.15	N° 100	0.00	0.00	97.81	2	-	-
0.07	N° 200	26.80	2.19	100.00	0	-	-
	FONDO	0.00	0.00	100.00			

Modulo de Fineses : 5.33

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante



Ing. **Alfonso Herrera Lizaro**  
ANÁLISIS DE SUELOS  
MTC E 204 Y 136/07





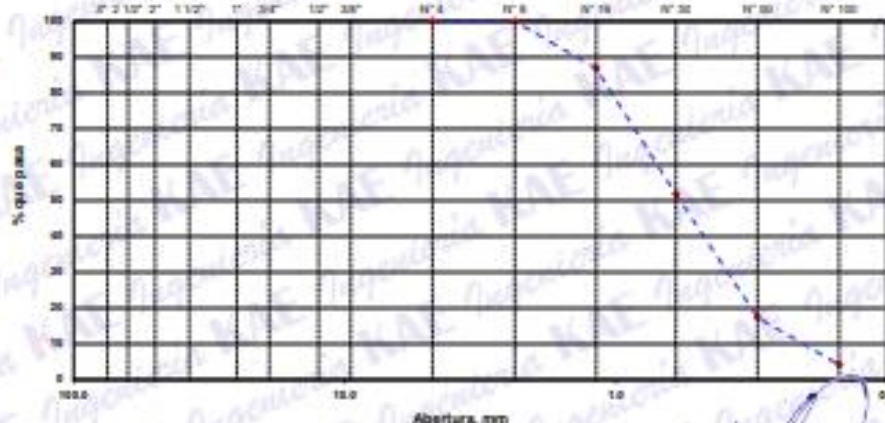
TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO FC=240 KG/CM2	REGISTRO N°:	CC-APP-GDA-04
	SUSTITUYENDO CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y WRUTA DE ALUMINO, CHIMBOTE, 2023	PAGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
UBICACIÓN :	Dpto: Chimbote - Provincia: Santa - Dpto: Arequipa	CANTERA	FECHA: 31/08/2023

**ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS**  
(ASTM C-136, MTC E204)

Pasa Inicial Seco (gr)		CENZA DE CASCARA DE TRIGO					
Pasa Lavado y Seco (gr)		RETENIDO MATERIAL (gr)	RETENIDO PARCIAL %	RETENIDO ACUMULADO %	% PASA	ASTM "UM INF."	ASTM "UM SUP."
100.00	4"						
90.00	3 1/2"						
75.00	3"						
63.00	2 1/2"						
50.00	2"						
37.50	1 1/2"						
25.00	1"						
19.00	3/4"						
12.50	1/2"						
9.50	3/8"						
4.75	N° 4	0.00	0.00	0.00	100	-	-
2.36	N° 8	0.00	0.00	0.00	100	-	-
1.18	N° 16	27.30	13.16	13.16	87	-	-
0.60	N° 30	73.20	35.04	48.20	52	-	-
0.30	N° 50	71.30	34.42	82.62	17	-	-
0.15	N° 100	27.50	13.16	95.70	4	-	-
0.07	N° 200	7.50	3.59	99.30	1	-	-
	FONDO	1.30	0.62	100.00			

Modulo de Finesa : 2.40

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Luigi Alfonso Herrera Lizaso  
Ingeniero Civil  
R.C. 118797-1998



# Ensayos y resultados de resistencia a la flexión



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS</b>	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO, CHIMBOTE, 2023	<b>REGISTRO N°</b>	CC-APF-RF-01
<b>SOLICITA</b>	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULD	<b>PAGINA N°</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito Chimbote - Provincia Saida - Departamento Ancash	<b>RESISTENCIA</b>	F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		<b>FECHA MOLDADO</b>	01/09/2023

## FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (ASTM C-78; MTCE-709)

Item	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura						Observación
	Esqueleto Variable	Las entre apoyas (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Rotura	Start (MPa)	Carga Última (kg)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	F <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Módulo Rotura Promedio (MPa)	
D1	MUESTRA PATRON	450	150	151	08/09/2023	7	2030	20824	2.7	28	13	2.9	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
D2		450	151	150	08/09/2023	7	2240	22891	3.0	31	15		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
D3		450	150	152	08/09/2023	7	2110	21611	2.8	29	14		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev: H.L.V.  
Eps: H.L.D.



**Manuel Alejandro Márquez Lizaso**  
Ingeniero Civil  
R.C. N° 19715887





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS</b>	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO $f'c=210$ KG/CM <sup>2</sup> . SUSTITUYENDO CENZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>REGISTRO N°</b>	CC-APP-RF-02
<b>SOLICITA</b>	RODRÍGUEZ DÍAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	<b>PÁGINA N°</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN</b>	Districto: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>RESISTENCIA</b>	$f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>
		<b>FECHA MOLDEO</b>	02/09/2023

**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78; MTC C-708)

Nro.	Identificación y Características de la Probeta						Resultado de Prueba						Observación
	Estructura Verificada	Las vigas Apoyan (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Bateria	Ejeal (mm)	Leitura Sin (kg)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	$f_u$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\epsilon$	Módulo Rotura Probado (MPa)	
01	MUESTRA PATRON Y 10% DE SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	450	151	150	09/09/2023	7	2550	25943	3.4	35	17	3.3	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
02		450	150	152	09/09/2023	7	2420	24863	3.2	33	16		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
03		450	152	150	09/09/2023	7	2510	25549	3.4	34	16		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.  
Rev. H.L.Z.



Ing. Alfonso Herrera Labrador  
Módulo de Control de Calidad  
MTC C-708





TESIS	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	REGISTRO N°	CC-APP-RF-03
SOLICITA	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	PAGINA N°	01 de 01
UBICACIÓN	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	RESISTENCIA	fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		FECHA MOLDEO	04/09/2023

**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78, MTC E-199)

N°	Identificación y Características de la Probeta						Resultado de Prueba						Observación
	Estructura Variable	Longitud Apoyada (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Muestra	Edad (días)	Lectura Graf (kgf)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	Fc (kgf/cm <sup>2</sup> )	%	Resultado Prueba (MPa)	
01	MUESTRA PATRON Y 15% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	450	151	150	11/09/2023	7	2350	23974	3.2	32	15	3.2	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
02		450	152	151	11/09/2023	7	2400	24466	3.2	32	15	3.2	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
03		450	150	150	11/09/2023	7	2280	23265	3.1	32	15	3.2	Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.  
Rev. H.L.G.

  
Oscar Alvarado Guerrero Lizaso  
Ingeniero Civil  
N.º 17011711007





<b>TESIS</b>	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>REGISTRO N°</b>	CC-APP-RF-04
<b>SOLICITA</b>	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	<b>PAGINA N°</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>RESISTENCIA</b>	fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		<b>FECHA MOLDEO</b>	09/09/2023

**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78, NTC 5-700)

Item	Identificación y Características de la Probeta						Estado de Rotura						Observación
	Estructura Verificada	Longitud Apoyada (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lección (kg)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	f <sub>r</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Módulo Rotura Propuesta (MPa)	
D1	MUESTRA PATRON Y 20% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	450	150	151	12/09/2023	7	2040	20922	2.8	28	13	2.8	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
D2		450	151	152	12/09/2023	7	2040	20922	2.7	28	13		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
D3		450	151	150	12/09/2023	7	2130	21806	2.9	29	14		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y/o recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.  
Rev. H.L.D.



Ing. **Alfonso Herrera Lozano**  
Módulo 2023  
R.C. 1247192021





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CENIZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO, CHIMBOTE, 2023	REGISTRO N°	CC-APP-18-05
SOLICITA	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	PAGINA N°	01 de 01
UBICACIÓN	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	RESISTENCIA	f <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		FECHA MOLDEO	01/09/2023

**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78, MTCE-700)

Item	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura						Observación
	Estructura Variable	Las fibras aporosa (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Rotura	Estat (MPa)	Lección (kgf)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	f <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Módulo Rotura Promedio (MPa)	
D1	MUESTRA PATRON	450	150	151	15/09/2023	14	2860	28904	3.8	30	10	3.7	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
D2		450	152	153	15/09/2023	14	2840	28707	3.6	37	18		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
D3		450	150	150	15/09/2023	14	2790	28305	3.8	30	18		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.  
Rev. H.L.G.



**Victor Alfonso Guerrero**  
Ingeniero Civil  
R.O. C-001118067





<b>TESIS</b>	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO	<b>REGISTRO N°</b>	CC-APF-18-06
	CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>PÁGINA N°</b>	01 de 01
<b>SOLICITA</b>	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>RESISTENCIA</b>	fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		<b>FECHA MOLDEO</b>	02/09/2023

**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78; NTC E-709)

Item	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura						Observación
	Estructura Yacida	Las milés Apoyas (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Rotura	Estat. (mm)	Lectura Dist. (kg)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Módulo Rotura Promedio (MPa)	
D1	MUESTRA PATRON Y 10% DE SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	450	151	151	16/09/2023	14	3080	31160	4.1	42	20	4.1	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
D2		450	150	151	16/09/2023	14	3140	31750	4.2	43	20		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
D3		450	150	152	16/09/2023	14	2990	30274	3.9	40	19		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.  
Rev. H.L.D.



**Ing. Alfonso Márquez Lizaso**  
Ingeniero Civil  
R.C. 1301731607







KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS</b>	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO Fc=210 KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CENZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>REGISTRO N°</b>	CC-APF-RF-07
<b>SOLICITA</b>	RODRÍGUEZ DÍAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	<b>PAGINA N°</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN</b>	Districto Chimbote - Provincia Santa - Departamento Ancash	<b>RESISTENCIA</b>	Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		<b>FECHA MOLDEO</b>	04/09/2023

**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78; ETC C-709)

N°	Identificación y Características de la Prueba						Estado de Rotura						Observación
	Esquema Vaciado	Los ends Apoyes (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Rotura	Estat. (mm)	Letura Sur (kg)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	Fu (kg/cm <sup>2</sup> )	SL	Estado Rotura Primario (kg)	
01	MUESTRA PATRON Y 15% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	450	151	151	18/09/2023	14	3030	30668	4.0	41	19	4.0	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
02		450	151	152	18/09/2023	14	2940	29782	3.8	39	19		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
03		450	152	151	18/09/2023	14	3090	31256	4.1	41	20		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. 11.1  
Rev. 11.2



**Alfonso Herrera Lizaso**  
Ingeniero Civil  
R.C. 120797





<b>TESIS</b>	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-210 KG/CM <sup>2</sup> . SUSTITUYENDO CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO. CHIMBOTE. 2023	<b>REGISTRO N°</b>	CC-APP-19-08
<b>SOLICITA</b>	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	<b>PAGINA N°</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN</b>	Districto: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>RESISTENCIA</b>	F <sub>c</sub> = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		<b>FECHA MOLDEO</b>	05/09/2023

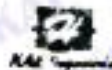
**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78; NTC E-709)

N°	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura						Observación
	Estructura Yacida	Luz entre Apoyos (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Rotura	Modo (mm)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	f <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Módulo Rotura Promedio (MPa)		
01	MUESTRA PATRON Y 20% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO	450	150	151	19/09/2023	14	2410	24564	3.2	33	16	3.3	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
02		450	152	151	19/09/2023	14	2580	28238	3.4	35	17		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
03		450	151	152	19/09/2023	14	2600	26435	3.4	35	17		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.  
Ene. 14.12



**Wendy Alfaro Herrera Lizaso**  
Ingeniera Civil  
R.C. 17417710001





**KAE Ingeniería**

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS</b>	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO $f_c=210$ KG/CM <sup>2</sup> . SUSTITUYENDO CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>REGISTRO N°</b>	CC-APP-RE-09
<b>SOLICITA</b>	RODRÍGUEZ DÍAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	<b>PÁGINA N°</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Arequipa	<b>RESISTENCIA</b>	$f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>
		<b>FECHA MOLDEO</b>	01/09/2023

**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78; MTC E-709)

N°	Identificación y Características de la Probeta						Estado de Rotura						Observación
	Estructura Vacada	Los entre Apoyos (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lección del (kgf)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	$f_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	%	Modulo Rotura Promedio (Mpa)	
01		450	151	151	29/09/2023	28	3270	33030	4.3	44	21	4.2	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
02	MUESTRA PATRON	450	153	151	29/09/2023	28	3090	31258	4.0	41	20		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
03		450	152	150	29/09/2023	28	3180	32144	4.2	43	21		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.  
Rev. H.L.O.

  
**Víctor Alfonso López**  
Ingeniero Civil  
MTC E-709





KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESES	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO Fc=210 KG/CM <sup>2</sup> . SUSTITUYENDO CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO. CHIMBOTE. 2023	REGISTRO N°	CC-APP-18-10
SOLICITA	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	PAGINA N°	01 de 01
UBICACIÓN	Districto Chimbote - Provincia Santa - Departamento Ancash	RESISTENCIA	Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		FECHA MOLDEO	02/09/2023

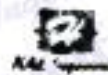
**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78; NTC E-789)

N°	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Flexión						Observación
	Estructura Variable	Long. entre apoyos (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Moldeo	Edad (días)	Carga Sin (kgf)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Módulo Rotura Promedio (MPa)	
01	MUESTRA PATRON Y 10% DE SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	450	150	151	30/09/2023	28	3550	35786	4.7	48	23	4.8	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
02		450	152	150	30/09/2023	28	3600	37165	4.9	50	24		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
03		450	151	152	30/09/2023	28	3700	37263	4.8	49	23		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. H.A.V.  
Eje. H.A.V.



Walter Alfonso Herrera Lizaso  
Ingeniero Civil  
R.O. N° 1715087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

**KAE Ingeniería**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TÍTULO</b>	ANÁLISIS DE DEMOSTRACIONES PROYECTADAS PARA EL COMERCIO DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>REGISTRO N°</b>	028979-2021/DSD
	CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>PAGINA N°</b>	01 de 01
<b>SOLICITA</b>	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	<b>RESISTENCIA</b>	Fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		<b>FECHA MOLDEO</b>	04/09/2023

**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78; MTC 0-700)

Item	Identificación y Características de la Probeta						Estado de Rotura						Observación
	Estructura Verificada	Longitud Apoyos (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Rotura	Estat (MPa)	Carga Última (kg)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Módulo Rotura Proyectado (Mpa)	
01	MUESTRA PATRON Y 15% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	450	150	151	02/10/2023	28	3330	33621	4.4	45	21	4.5	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
02		450	151	151	02/10/2023	28	3490	35196	4.6	47	22		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
03		450	151	151	02/10/2023	28	3310	33424	4.4	45	21		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. 11.0  
Rev. 11.0



Ing. Alfonso Herrera Lobos  
MTC 0-700  
Rev. 11.0





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TESIS</b>	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM <sup>2</sup> , SUSTITUYENDO CENIZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>REGISTRO N°</b>	CC-APF-RE-12
<b>SOLICITA</b>	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	<b>PAGINA N°</b>	01 de 01
<b>UBICACIÓN</b>	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Arequipa	<b>RESISTENCIA</b>	fc = 210 kg/cm <sup>2</sup>
		<b>FECHA MOLDEO</b>	05/09/2023

**FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS  
CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**  
(ASTM C-78, NTC 6-709)

N°	Identificación y Características de la Probeta						Ensayo de Rotura						Observación
	Estructura Verificada	Longitud Apoyada (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Fecha de Rotura	Estat (mm)	Carga Difer (kgf)	Carga Máxima (N)	Módulo de Rotura (MPa)	Fu (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Módulo Rotura Promedio (Mpa)	
01	MUESTRA PATRON Y 20% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	450	152	150	03/10/2023	28	2960	29979	3.9	40	19	4.0	Falla dentro del 1/3 medio de la viga
02		450	151	151	03/10/2023	28	3010	30471	4.0	41	19		Falla dentro del 1/3 medio de la viga
03		450	151	152	03/10/2023	28	3170	32046	4.1	42	20		Falla dentro del 1/3 medio de la viga

**Observaciones y recomendaciones:**

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Rev. H.L.V.  
Ene. H.L.B.



Miguel Alfonso Herrera Lobato  
Ingeniero Civil  
R.C. 1401975087



# Ensayos y resultados de la resistencia a la compresión



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS : <u>ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-30/30CM2, SUSTITUYENDO</u> <u>CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO, CHIMBOTE, 2023</u>	REGISTRO N° : <u>CC-APP-BC-01</u> PAGINA N° : <u>01 de 01</u>
SOLICITA : <u>RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA, JULIO PAULO</u>	
UBICACIÓN : <u>Dársiler, Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash</u>	

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta								Ensayo de Rotura						
	Estructura Variable	Fecha de Muestra	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación H/Díam.	Fact. Correc.	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Letra (Kg)	Letra Corregida (Kg)	F <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON	1/09/2023	210	150.4	299.8	2	1	17766	08/09/2023	7	29060	27813	157	74	D
02				151.2	301.1	2	1	17955			27560	27337	152		B
03				152.7	300.1	2	1	18313			29360	29101	159		E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	<p>A</p>	<p>B</p>	<p>C</p>	<p>D</p>	<p>E</p>	<p>TPD A: Concreto rotacionalmente bien formado en ambas bases, menos de 25 mm de grietas entre capas.</p> <p>TPD B: Concreto bien formado sobre una base, grietas verticales a lo largo de las caras, pero no bien definidas en la otra base.</p> <p>TPD C: Se presenta cuando las cargas de aplicación de carga del experimento están ligeramente fuera de las alineaciones de paralelismo establecidos a por ligeros desalineamientos en el centro de la probeta respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p>TPD D: Fractura diagonal en grietas en las bases. Dejar con marcas para diferenciar del tipo F.</p> <p>TPD E: Grietas verticales uniformemente en ambas bases. Concreto bien formado.</p>
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Observaciones y recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

**Marco Antonio Herrera Lizarzo**  
 Ingeniero Civil  
 R.C. 17407973000





TESIS : <u>ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-210 KG/M<sup>2</sup> SUSTITUYENDO CENZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMBRINO, CHIMBOTE, 2023</u>	REGISTRO N° : <u>CC-ARE-00-02</u>
SOLICITA : <u>RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO</u>	PAGINA N° : <u>01 de 01</u>
UBICACIÓN : <u>Distrito: Chimbote - Provincia: Saclla - Departamento: Ancash</u>	

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-309-034)

Nro	Identificación y Características de la Prueba								Ensayo de Rotura						
	Estructura Verificada	Fecha de Rotura	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación A/D (mm)	Post. Concreto	Área (mm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Lectura (kgf)	Lectura Corregida (kgf)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON Y 10% DE SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMBRINO	2/09/2023	210	151.4	301.2	2	1	18003	09/09/2023	7	30650	30380	169		E
02				150.2	300.8	2	1	17719			29680	29418	166	80	E
03				151.8	301.2	2	1	18095			31000	30727	170		B

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura					
	<p>TIPO A: Concreto rotura por compresión en ambas bases, menos de 20 mm de grietas entre bases.</p> <p>TIPO B: Concreto rotura por compresión, grietas verticales a ambos de las bases, pero no bien definidas en la otra base.</p> <p>TIPO C: Se presenta cuando los valores de aplicación de carga del experimento exceden ligeramente los de las especificaciones de parámetros resistencias o por ligeros desviaciones en el tamaño de la muestra respecto al tipo de carga de la máquina.</p> <p>TIPO D: Fractura diagonal en grietas en las bases. Ocurre con morteros para dimensiones del tipo 1.</p> <p>TIPO E: Grietas verticales profundas en ambas bases. Concreto bien formado.</p>				

Observaciones y recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

**Walter Alfonso Martínez Lizaso**  
 Ingeniero Civil  
 N.º 107119087







TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=30/40MPa, SUSTITUYENDO	REGISTRO N° :	CC-APC-89-83
SOLICITA :	CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Saña - Departamento: Ancash		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MITC E704, NTP-339-034)

Ser.	Identificación y Características de la Prueba								Ensayo de Rotura						
	Estructura Verificada	Fecha de Muestreo	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Alto promedio (mm)	Relación A/E	Pres. Círculo	Área (mm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (kgf)	Carga Corregida (kgf)	F <sub>ic</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON Y 15% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	4/09/2023	210	150.4	301.2	2	1	17766	11/09/2023	7	31260	30264	174		B
02				151.2	300.8	2	1	17955			32060	31777	177	83	E
03				151.6	301.5	2	1	18050			31740	31460	174		B

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cona	Cono y hendidas	Cono y Corte	Corte	Columna	Descripción
						<p>TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 20 mm de grietas entre capas.</p> <p>TIPO B: Conos bien formados sobre una base, grietas verticales al fondo de los conos, pero no desarrolladas en la otra base.</p> <p>TIPO C: Se presenta cuando los conos de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las alineaciones de paralelos estabilizadores y por ligeros desalineamientos en el centro de la prueba respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p>TIPO D: Pruebas falladas sin grietas en las bases. Golpear con martillo para diferenciar del tipo E.</p> <p>TIPO E: Cilindros verticales uniformes en ambas bases. Conos no bien formados.</p>

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.



Miguel Alfonso Herrera Lizaso  
Ingeniero Civil  
R.C. 12000000000000000000





TESIS :	<u>ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=200RGCM2, SUSTITUYENDO CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO. CHIMBOTE, 2023</u>	REGISTRO N° :	<u>CC-APC-BC-04</u>
SOLICITA :	<u>RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA AJUD PAULO</u>	PAGINA N° :	<u>01 de 01</u>
UBICACIÓN :	<u>Distrito: Chimbote - Provincia: Sechú - Departamento: Ancash</u>		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MITC E704, NTP-326-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta								Ensayo de Rotura						
	Estructura Verificada	Fecha de Rotura	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación B/D (mm)	Facil. Corte	Área (mm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (Kg)	Carga Corregida (Kg)	F <sub>cm</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON Y 20% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO	5/09/2023	210	150.4	301.2	2	1	17788	12/09/2023	7	25800	25882	144	68	B
02				151.2	300.5	2	1	17955			24800	24841	137		E
03				150.8	301.2	2	1	17880			26100	25870	145		E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Corte	Corte y fendido	Corte y Corte	Corte	Columna	TPD A: Corte establecido entre las bases en ambos bases, menos de 20 por ciento de grietas entre capas	TPD B: Corte bien formado entre las bases, grietas verticales al borde de las capas, pero no bien definidas en la otra base	TPD C: Se presenta cuando los casos de aplicación de carga del experimento están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidos a por ligeros desalineaciones en el sentido de la probeta respecto al eje de carga de la máquina	TPD D: Probetas diseñadas en grietas en las bases. Diseñar con medidas para adherencia del tipo 1	TPD E: Datos obtenidos únicamente en ambos bases. Corte no bien formado

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.



**Marcel Alfonso RIVERA Lázaro**  
INGENIERO CIVIL  
R.C. 12000754001





TEMAS :	<u>ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210 KG/CM<sup>2</sup> SUSTITUYENDO</u> <u>CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO, CHIMBOTE, 2023</u>	REGISTRO N° :	<u>CC-APC-BC-05</u>
SOLICITA :	<u>RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA, JUAN PAULO</u>	PAGINA N° :	<u>01 de 01</u>
UBICACIÓN :	<u>Dársiler, Chimbote - Provincia, Santa - Departamento, Ancash</u>		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Ser.	Identificación y Características de la Prueba								Estrategia de Rotura						
	Estructura Variable	Fecha de Muestreo	FC (Kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación H/D	Pres. Contro.	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Leñaria (Kg)	Leñaria Comprimida (Kg)	FC (Kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON	10/02/2023	210	150.3	301.2	2	1	17742	15/09/2023	14	33660	33363	188		B
02				151.2	300.5	2	1	17955			32960	32889	182	88	E
03				153.5	299.8	2	1	18006			34750	34444	186		E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cone	Cone y Hirradias	Cone y Corte	Corte	Columna
	A	B	C	D	E

TIPO A: Conos relativamente bien desarrollados en ambas bases, con una de 25 mm de grosor sobre la superior.  
 TIPO B: Conos bien formados sobre cualquiera, grupos verticales o inclinados de las bases, pero no bien definidos en la otra base.  
 TIPO C: Se presenta cuando los conos de aplicación de carga del experimento están ligeramente fuera de las tablas de paralelismo radializadas o por ligeros desalineamientos en el sentido de la presión respecto al eje de carga de la máquina.  
 TIPO D: Fractura diagonal en grietas en las bases. Eligido con martillo para determinar el tipo 1.  
 TIPO E: Grietas verticales continuas en ambas bases. Conos no bien formados.

**Observaciones y/o recomendaciones:**

Las muestras de pruebas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.



**Ulmar Alfonso Herrera Lizaso**  
Abogado C.O.A.  
R.C. 1247873048





TEMA :	<u>ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-300 KG/CM<sup>2</sup> SUSTITUYENDO</u>	REGISTRO N° :	<u>CC-APC-BC-36</u>
	<u>CENIZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023</u>	PAGINA N° :	<u>01 de 01</u>
SOLICITA :	<u>RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO RAYONA JULIO PAULO</u>		
UBICACIÓN :	<u>Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Arequipa</u>		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

(ASTM - C39, MITC E704, NTP-339-034)

Ser.	Identificación y Características de la Prueba								Ensayo de Rotura						
	Estructura Variable	Fecha de Muestreo	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Área promedio (cm <sup>2</sup> )	Relación D/D <sub>nom</sub>	Red. Cortes	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Letras (Kg)	Letras Corregidas (Kg)	F <sub>rc</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON Y 10% DE SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	2/09/2023	210	150.3	302.6	2	1	17742	16/09/2023	14	36410	36089	203	95	E
02				151.8	301.4	2	1	18098			36280	35960	199		B
03				151.4	300.5	2	1	18003			36220	35901	199		B

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cone	Cone y Resaca	Cone y Corte	Corte	Columnas	Descripción
						<p>TPD A: Conos rotacionales bien formados en ambos lados, altura de 20 mil de grutas entre capas</p> <p>TPD B: Conos bien formados sobre una base, grutas verticales a lados de las capas, pero no bien definidas en la otra base</p> <p>TPD C: Se presenta cuando los conos de aplicación de carga del ensayo no están igualmente fuera de las direcciones de paralelismo rotacionales o por ligeros desalineamientos en el tamaño de la probeta respecto al eje de carga de la máquina</p> <p>TPD D: Fractura diagonal sin grutas en las bases. Ocurre con mordidas poco diferenciadas del tipo 1</p> <p>TPD E: Otras roturas rotacionales en ambas bases. Conos no bien formados</p>

Observaciones y recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

**Víctor Alfonso Martínez Lizaso**  
 Ingeniero Civil  
 N.º C. 17474719087





Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto, Perfiles y Expedientes Técnicos  
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

<b>TEMAS :</b> ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210 (RHC/MZ, SUSTITUYENDO CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	<b>REGISTRO N° :</b> CC-APF-BC-07
<b>SOLICITA :</b> RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAUL O	<b>PAGINA N° :</b> 01 de 01
<b>SUBICACIÓN :</b> Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Arequipa	

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MET E704, NTP-330-034)

Ser.	Identificación y Características de la Probeta								Ensayo de Rotura						
	Estructura Variable	Fecha de Muestra	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Alura promedio (mm)	Relación A/Diámetro	Fac. Carros	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (Días)	Letras (kgf)	Letras Corregidas (kgf)	F <sub>ck</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON Y 15% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	4/09/2023	210	150.8	302.6	2	1	17860	18/09/2023	14	37090	36763	206	98	B
02				151.2	301.1	2	1	17955			37720	37368	208		B
03				151.1	300.4	2	1	17932			36980	36654	204		E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura						<p>TPD A: Concreto relativamente sano, fallado en un eje diagonal, menos de 20 mm de grietas entre ejes.</p> <p>TPD B: Concreto sano fallado sobre un eje diagonal, grietas verticales a lo largo de los ejes, pero no bien definidas en la otra base.</p> <p>TPD C: Se presenta cuando los ejes de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las líneas de parámetros establecidos y por ligeros desviaciones en el tamaño de la probeta respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p>TPD D: Probetas dañadas en las bases. Dejar con marcas para diferenciar del tipo 1.</p> <p>TPD E: Dejar en cualquier caso fallado en un eje diagonal. Concreto sano fallado.</p>
	A	B	C	D	E	

Observaciones y recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Víctor Alfonso Martínez Lizasoain  
 Ingeniero Civil  
 N.º C. 174717 (19/08/07)





TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-350 REGIONAL SUSTITUYENDO	REGISTRO N° :	CC-APF-BC-38
	CENIZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
UBICACIÓN :	Dirección: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MEC 6704, NTP-320-034)

Item	Identificación y Características de la Probeta								Anexo de Rotura						
	Estructura Variable	Fecha de Muestra	Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Alura promedio (mm)	Relación H/D (mm)	Fach. Cortes	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Cargas (Kg)	Cargas Corregidas (Kg)	Fm (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON Y 20% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	5/09/2023	210	151.3	301.8	2	1	17379	19/09/2023	14	30910	30638	178	82	B
02				151.0	300.8	2	1	17308			31220	30945	173		B
03				150.8	300.0	2	1	17880			30990	30717	172		E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cono	Cono y Hombros	Cono y Corte	Corte	Columnar	Descripción
						<p>TPO A: Conos relativamente bien formados en ambos lados, menos de 25 mil de grietas entre capas.</p> <p>TPO B: Conos bien formados entre ambos lados, grietas verticales a ambos de los lados, pero no bien definidas en la zona base.</p> <p>TPO C: Se presenta cuando los conos de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las alineaciones de paralelos, resultando a un ligero desbalanceo en el centro de la probeta respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p>TPO D: Fractura diagonal sin grietas en los lados. Ejemplar con manchas para diferenciar del tipo 1.</p> <p>TPO E: Otros tipos de roturas en ambos lados. Conos no bien formados.</p>

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

**Marcel Alfonso Herrera Lizaso**  
 Ingeniero Civil  
 R.C. 174717518087





TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=210/80CM2, SUSTITUYENDO CENZAS DE CÁSCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINO, CHIMBOTE, 2023	REGISTRO N° :	CC-APC-BC-26
SOLICITA :	RODRÍGUEZ DÍAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Saña - Departamento: Ascah		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MITC E704, NTP-336-034)

Ser.	Identificación y Características de la Probeta									Estado de Rotura					
	Estructura Variable	Fecha de Muestreo	F <sub>u</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	Dámetro promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Relación A/D/D <sub>0</sub>	Fact. Correa	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (Kg)	Carga Corregida (Kg)	F <sub>u</sub> (kgf/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	NUESTRA PATRON	1/09/2023	210	150.2	301.2	2	1	17719	29/09/2023	28	38410	38072	215	103	D
02				151.5	300.5	2	1	18027			39120	38775	215		D
03				150.3	301.4	2	1	17742			38910	38567	217		E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cono	Cono y Mandibula	Cono y Corcha	Cono	Columna	Descripción
						<p>TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambos lados, menos de 20 mil de grietas entre capas.</p> <p>TIPO B: Conos bien formados sobre un lado, grietas verticales a lo largo de los lados, pero no bien definidas en el otro lado.</p> <p>TIPO C: Se presenta cuando los lados de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las alineaciones de paralelos mandibulares o por ligeros desalineaciones en el centro de la probeta respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p>TIPO D: Fractura diagonal en grietas en los lados. Sujetar con mandibulas para alterados del tipo 1.</p> <p>TIPO E: Grietas verticales profundas en ambos lados. Conos no bien formados.</p>

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

**Víctor Alfonso Herrera Labayo**  
 Ingeniero Civil  
 R.C. 1201710087





TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-300/30CM, SUSTITUYENDO	REGISTRO N° :	CC-APC-BD-18
	CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO, CHIMBOTE, 2023	PAGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULO		
UBICACIÓN :	Districto: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancaez		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MTC 6704, NTP-339-034)

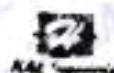
Item	Identificación y Características de la Prueba								Resultado de Rotura						
	Estructura Verificada	Fecha de Muestra	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Altera promedio (mm)	Relación A/Diámetro	Fach. Cortes	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Letras (Kg)	Letras Compu (Kg)	F <sub>ck</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON Y 10% DE SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	2/09/2023	210	152.1	300.1	2	1	18170	30/09/2023	28	42510	42135	232	111	E
02				150.6	301.8	2	1	17813			42560	42185	237		E
03				152.5	301.2	2	1	18285			42780	42403	232		E

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cone	Cone y Hemibloque	Cone y Corte	Corte	Columna	Descripción
						<p>TPD A: Conos rotacionales bien formados en ambas bases, menos de 20 mil de grietas entre capas</p> <p>TPD B: Conos bien formados sobre un bloque, grietas verticales a lo largo de las espigas, pero no desarrolladas en la otra base</p> <p>TPD C: Se presenta cuando los conos de aplicación de carga del experimento están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo relacionadas y por lo tanto desalineados en el centro de la probeta respecto al eje de carga de la máquina</p> <p>TPD D: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Diagonal con manchas para diferenciación del tipo 1</p> <p>TPD E: Diagonal, verticales u oblicuas en ambas bases. Conos no bien formados</p>

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.



Ing. Alfonso Herrera Lasso  
Muestras Civil  
MTC: C-001-1-0007







TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=40 KG/CM <sup>2</sup> SUSTITUYENDO	REGISTRO N° :	CC-APC-00-11
	CENizas DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUBIENO, CHIMBOTE, 2023	PAGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA, JULIO PAULO		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-339-034)

Bata	Identificación y Características de la Prueba							Ensayo de Rotura							
	Estructura Verificada	Fecha de Muestreo	Fc (Kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Alto promedio (mm)	Relación Aspecto	Pres. Centes.	Área (cm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Carga (Kg)	Carga Corregida (Kg)	F <sub>cm</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON Y 15% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUBIENO	4/09/2023	210	150.3	300.8	2	1	17742	02/10/2023	28	42470	42096	237	113	E
02				151.9	299.8	2	1	18122			43200	42819	236		B
03				150.2	300.1	2	1	17719			43090	42710	241		B

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Diagramas de Rotura					Descripción
	Cono	Cono y Hombros	Cono y Corte	Corte	Columnal	
						<p>TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambas bases, conos de 25 mm de grues entre ejes.</p> <p>TIPO B: Conos bien formados sobre una base, girando verticalmente a bordo de las cuñas, pero no bien definidos en la otra base.</p> <p>TIPO C: Se presenta cuando los conos de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las superficies de paralelismo establecidos o por ligeros desalineamientos al momento de la prueba respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p>TIPO D: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Solgar con martillo para determinar del tipo 1.</p> <p>TIPO E: Grietas verticales evidentes en ambas bases. Conos no bien formados.</p>

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.



**Manuel Alfonso Herrera Lobato**  
Ingeniero Civil  
N° 17.197 N° 13087





TESIS :	ANÁLISIS DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL CONCRETO FC-200/300M2, SUSTITUYENDO CENZAS DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO. CHIMBOTE, 2023	REGISTRO N° :	CC-APF-BO-12
SOLICITA :	RODRIGUEZ DIAZ ESTEFANY BRIGGIT - ROMERO BAYONA JULIO PAULLO	PAGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Saña - Departamento: Arequipa		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
(ASTM - C39, MTC E704, NTP-330-034)

Eje	Identificación y Características de la Prueba								Resultado de Rotura						
	Estructura Variable	Fecha de Muestra	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Diámetro promedio (mm)	Alura promedio (mm)	Relación B/D/Alura	Pres. Comp.	Área (mm <sup>2</sup> )	Fecha de Rotura	Edad (días)	Letra (Kg)	Letra Corregida (Kg)	F <sub>ce</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	%	Tipo de Rotura
01	MUESTRA PATRON Y 20% CON SUSTITUCIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y VIRUTA DE ALUMINIO	5/09/2023	210	151.4	300.6	2	1	18303	03/10/2023	28	36920	36595	203		E
02				151.0	301.0	2	1	17908			36220	35901	200	96	B
03				150.8	301.5	2	1	17880			36280	35960	201		B

Descripción del tipo de rotura

Tipo de Rotura	Cóna	Cóna y Hombros	Cóna y Corte	Corte	Columna	Descripción
						<p>TIPO A: Conos relativamente bien formados en ambas bases, menos de 20 mm de grietas entre capas.</p> <p>TIPO B: Conos bien formados sobre un hombro, grietas verticales al lado de los conos, poco o bien definidos en la otra base.</p> <p>TIPO C: Se presenta cuando las caras de aplicación de carga del espécimen están ligeramente fuera de las tolerancias de paralelismo establecidas a por lo menos direcciones en el sentido de la prueba respecto al eje de carga de la máquina.</p> <p>TIPO D: Fractura diagonal sin grietas en las bases. Ocurre con facilidad para especímenes del tipo I.</p> <p>TIPO E: Grietas verticales uniformemente en ambas bases. Conos no bien formados.</p>

Observaciones y/o recomendaciones:

Las muestras de probetas fueron realizadas por el personal técnico de laboratorio.

Ricardo Alfonso Guerrero Lázaro  
MTC 13011713001



Anexo 4: Certificado de funcionamiento de laboratorios utilizados

**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.**

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189

TRUJILLO, 25 DE AGOSTO DEL 2023


A quien pueda interesar:

Reciba un cordial y respetuoso saludo. A través de estas líneas deseo hacer de su conocimiento que la Srta. Estefany Briggitt Rodriguez Diaz y el Sr. Julio Paulo Romero Bayona, realizaron los análisis de FLUORESCENCIA Y DIFRACCIÓN DE RAYOS X, en nuestra institución, el **LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.**, con RUC: 20605355189.

Cabe resaltar, que dichos análisis se llevaron a cabo en la fecha del 30 de Agosto del presente año, y que este formato emitido en la presente fecha, es a petición de la persona que realizó los análisis.

Sin más nada a que referirme y, esperando que esta misiva sea tomada en cuenta, dejo mi número de contacto para cualquier información de interés.

Atentamente,



**LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.**

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 949 959 632 CORREO ELECTRÓNICO: fqaperusac@gmail.com



LICENCIA N°: 0325-2022

Expediente N°: 336-2022

Tipo de Licencia: Definitiva

Resolucion Gerencial: 372-2022

### LICENCIA MUNICIPAL DE FUNCIONAMIENTO

LEY N° 28976, LEY MARCO DE LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO  
ORDENANZA MUNICIPAL N°025-2016-MPS  
D.S. N° 046-2017-PCM - TUO de Ley N° 28976

Que habiéndose cumplido con los requisitos establecidos para obtener Licencia Municipal de Funcionamiento de conformidad a los Dispositivos Legales Vigentes, se concede la presente a:

KAE INGENIERIA S.A.C.

Nombre : KAE INGENIERIA S.A.C.

R.U.C.: : 20603723903

Dirección: : PSJE. FATIMA MZA-Y1 LTE-01A P. J. MIRAFLORES ALTO

Con un área de uso : 85.00 m2

Para realización de la(s) siguiente(s) actividad(es):

Código	Descripción del Giro
7110	Actividades de arquitectura e ingeniería; y actividades conexas de asesoramiento técnico
8211	Actividades combinadas de servicio administrativo de la oficina

ESTA LICENCIA LE PERMITE TRABAJAR SOLO HASTA LAS: 23:00 HORAS

**NO AUTORIZA EL USO DE LA VIA PUBLICA.**

**Esta Licencia es personal e intransferible. Debe colocarse en un lugar visible.**

La presente licencia caducará y perderá su valor en las siguientes circunstancias:

- Por fallecimiento o cambio de titular de la licencia.
- Por cambio en la dirección del establecimiento.
- Por cambio en el área de uso del establecimiento.
- Por cambio o ampliación en los giros autorizados.

Chimbote, 26/05/2022

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA  
GERENCIA DE DESARROLLO ECONOMICO  
Sub Gerencia de Comercialización y Licencias

*Ing. Wilder Gabriel Garcia Bravo*  
CIP 185948  
RESPONSABLE DE GERENCIA MUNICIPAL

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA  
GERENCIA DE DESARROLLO ECONOMICO  
Sub Gerencia de Comercialización y Licencias

*Ing. Rafael Marcos Vasquez Felipe*  
CIP 251105  
RESPONSABLE MUNICIPAL

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DEL SANTA  
GERENCIA DE DESARROLLO ECONOMICO  
Sub Gerencia de Comercialización y Licencias

*OPC. Emilio N...*  
RESPONSABLE MUNICIPAL

**Esta Licencia NO AUTORIZA la venta o consumo de bebidas alcoholicas dentro del establecimiento, y en los casos de restaurante y similares, el consumo debe ser limitado solo como complemento a la comida (alimento) y musica ambiental de fondo a bajo volumen.**

## Anexo 5: Certificado de calibración de instrumentos

### Prensa de concreto



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-515-2023**

Página : 1 de 2

<b>Expediente</b> : 197-2023 <b>Fecha de emisión</b> : 2023-07-20		El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.										
<b>1. Solicitante</b> : KAE INGENIERIA S.A.C.  <b>Dirección</b> : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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.										
<b>2. Descripción del Equipo</b> : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL  <b>Marca de Prensa</b> : PERUTEST <b>Modelo de Prensa</b> : PC-120 <b>Serie de Prensa</b> : 1054 <b>Capacidad de Prensa</b> : 120 t  <b>Marca de indicador</b> : NO INDICA <b>Modelo de Indicador</b> : NO INDICA <b>Serie de Indicador</b> : NO INDICA  <b>Marca de Transductor</b> : ZEMIC <b>Modelo de Transductor</b> : YB15 <b>Serie de Transductor</b> : 1172  <b>Bomba Hidráulica</b> : ELÉCTRICA		Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.										
<b>3. Lugar y fecha de Calibración</b> P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH 17 - JULIO - 2023												
<b>4. Método de Calibración</b> La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.												
<b>5. Trazabilidad</b>												
<table border="1" style="width: 100%;"><thead><tr><th>INSTRUMENTO</th><th>MARCA</th><th>CERTIFICADO O INFORME</th><th>TRAZABILIDAD</th></tr></thead><tbody><tr><td>CELDA DE CARGA</td><td>AEP TRANSDUCERS</td><td rowspan="2">INF-LE 12B-2022</td><td rowspan="2">UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</td></tr><tr><td>INDICADOR</td><td>HIGH WEIGHT</td></tr></tbody></table>	INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD	CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 12B-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ	INDICADOR	HIGH WEIGHT		
INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD									
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 12B-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ									
INDICADOR	HIGH WEIGHT											
<b>6. Condiciones Ambientales</b>												
<table border="1" style="width: 100%;"><thead><tr><th></th><th>INICIAL</th><th>FINAL</th></tr></thead><tbody><tr><td>Temperatura °C</td><td>25.7</td><td>25.8</td></tr><tr><td>Humedad %</td><td>72</td><td>72</td></tr></tbody></table>		INICIAL	FINAL	Temperatura °C	25.7	25.8	Humedad %	72	72			
	INICIAL	FINAL										
Temperatura °C	25.7	25.8										
Humedad %	72	72										
<b>7. Resultados de la Medición</b> Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.												
<b>8. Observaciones</b> Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.												





Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-515-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9904	9910	0,96	0,90	9907	0,94	-0,06
20000	19990	19980	0,05	0,20	19975	0,13	0,15
30000	29921	30042	0,26	-0,14	29982	0,06	-0,40
40000	40041	39982	-0,10	0,05	40012	-0,03	0,15
50000	50062	50125	-0,12	-0,25	50094	-0,19	-0,13
60000	60115	60132	-0,19	-0,22	60124	-0,21	-0,03
70000	70129	70157	-0,18	-0,22	70143	-0,20	-0,04

**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 0,996x + 125,52$

Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

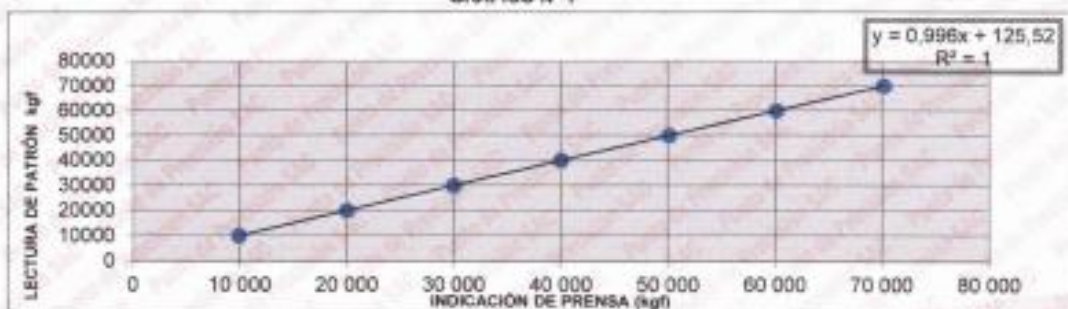
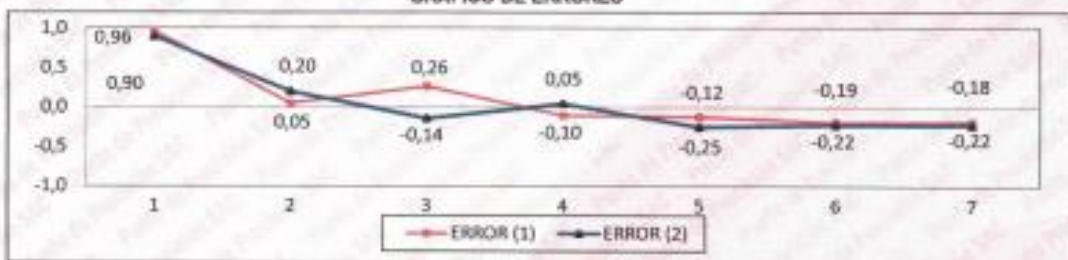


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Gapcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

# Balanzas

 Laboratorio PP	<b>Punto de Precisión SAC</b> <b>LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL</b> <b>ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA</b> <b>CON REGISTRO N° LC - 033</b>	 INACAL D.S. - Perú Laboratorio de Instrumentación Acreditado Registro INACAL - 033
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-615-2023</b>		
Página: 1 de 3		
<b>Expediente</b> : 197-2023 <b>Fecha de Emisión</b> : 2023-07-24		<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 85 %.</p>
<b>1. Solicitante</b> : KAE INGENIERIA S.A.C. <b>Dirección</b> : P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		
<b>2. Instrumento de Medición</b> : BALANZA <b>Marca</b> : OHAUS <b>Modelo</b> : SE602F <b>Número de Serie</b> : B528438327 <b>Alcance de Indicación</b> : 600 g <b>División de Escala de Verificación ( e )</b> : 0,1 g <b>División de Escala Real (d)</b> : 0,01 g <b>Procedencia</b> : NO INDICA <b>Identificación</b> : NO INDICA <b>Tipo</b> : ELECTRÓNICA <b>Ubicación</b> : LABORATORIO <b>Fecha de Calibración</b> : 2023-07-17		<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>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.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<b>3. Método de Calibración</b> La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.		
<b>4. Lugar de Calibración</b> LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C. P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH		
 LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02	 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631	
Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Telf. 292-5106 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.		



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-615-2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,5	24,5
Humedad Relativa	72,4	73,3

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	FE23-C-0134-2023

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 599,96 g para una carga de 600,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Peseaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

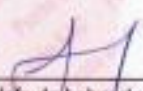
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 24,5			Final 24,5		
	Carga L1 <sup>a</sup> 300,000 g			Carga L2 <sup>a</sup> 600,000 g		
	l (g)	Δl (g)	E (g)	l (g)	Δl (g)	E (g)
1	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,007	-0,002
2	300,00	0,007	-0,002	600,01	0,006	0,000
3	300,00	0,006	-0,001	600,01	0,006	0,007
4	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,008	-0,004
5	300,00	0,008	-0,004	600,00	0,007	-0,002
6	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,006	-0,001
7	300,00	0,008	-0,001	600,00	0,006	-0,003
8	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,006	-0,004
9	300,00	0,009	-0,004	600,00	0,007	-0,002
10	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,006	-0,001
Diferencia Máxima			0,003	0,013		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.







Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-616-2023**

Página: 1 de 3

Expediente	: 197-2023
Fecha de Emisión	: 2023-07-24
<b>1. Solicitante</b>	<b>KAE INGENIERIA S.A.C.</b>
Dirección	PJ. FATIMA MZA, Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>2. Instrumento de Medición</b>	<b>BALANZA</b>
Marca	: OHAUS
Modelo	: SPX6201
Número de Serie	: C039175150
Alcance de Indicación	: 6 200 g
División de Escala de Verificación ( e )	: 0,1 g
División de Escala Real (d)	: 0,1 g
Precedencia	: NO INDICA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2023-07-17

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

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

**3. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.  
PJ. FATIMA MZA, Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 - Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro INACAL - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-616-2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,6	24,6
Humedad Relativa	71,4	71,4

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022

**7. Observaciones**

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

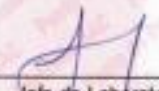
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1 <sup>m</sup> 3 100,00 g			Carga L2 <sup>m</sup> 6 200,01 g		
	f (g)	Δf (g)	E (g)	f (g)	Δf (g)	E (g)
1	3 100,0	0,06	-0,03	6 200,0	0,07	-0,03
2	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,06	-0,04
3	3 100,0	0,06	-0,03	6 200,0	0,09	-0,05
4	3 100,0	0,07	-0,02	6 200,0	0,07	-0,03
5	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,06	-0,02
6	3 100,0	0,06	-0,03	6 200,1	0,06	0,06
7	3 100,0	0,06	-0,04	6 200,0	0,07	-0,03
8	3 100,0	0,07	-0,02	6 200,0	0,06	-0,02
9	3 100,1	0,06	0,09	6 200,0	0,06	-0,05
10	3 100,0	0,06	-0,03	6 200,1	0,07	0,07
Diferencia Máxima			0,13	0,12		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-616-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	AL (g)	E <sub>g</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1,00	1,0	0,07	-0,02	2 000,00	2 000,0	0,08	-0,01	0,01
2		1,0	0,08	-0,03		2 000,0	0,08	-0,03	0,00
3		1,0	0,09	-0,04		2 000,0	0,07	-0,02	0,02
4		1,0	0,08	-0,03		1 999,9	0,08	-0,11	-0,08
5		1,0	0,07	-0,02		1 999,9	0,08	-0,13	-0,11
					Error máximo permitido : ± 0,3 g				

(\*) valor entre 0 y 10 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± exp (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>g</sub> (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>g</sub> (g)	
1,00	1,0	0,06	-0,01						
5,00	5,0	0,06	-0,03	-0,02	5,0	0,07	-0,02	-0,01	0,1
20,00	20,0	0,09	-0,04	-0,03	20,0	0,06	-0,01	0,00	0,1
50,00	50,0	0,07	-0,02	-0,01	50,0	0,06	-0,03	-0,02	0,1
500,00	500,0	0,06	-0,01	0,00	500,0	0,09	-0,04	-0,03	0,1
1 000,00	1 000,0	0,06	-0,03	-0,02	1 000,1	0,07	0,06	0,09	0,2
1 500,00	1 500,0	0,09	-0,04	-0,03	1 500,1	0,06	0,09	0,10	0,2
2 000,00	2 000,0	0,07	-0,02	-0,01	2 000,0	0,06	-0,03	-0,02	0,2
5 000,00	5 000,0	0,06	-0,01	0,00	5 000,1	0,07	0,06	0,09	0,3
6 000,00	6 000,0	0,06	-0,03	-0,02	6 000,1	0,06	0,09	0,10	0,3
6 200,01	6 200,1	0,09	0,05	0,06	6 200,1	0,09	0,06	0,06	0,3

e.n.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,52 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,92 \times 10^{-9} \text{ g}^2 + 8,00 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    AL: Carga incrementada    E: Error escorado    E<sub>g</sub>: Error en peso    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. GIP N° 152631

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 - Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com    E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-617-2023**

Página: 1 de 3

Expediente	: 197-2023
Fecha de Emisión	: 2023-07-24
<b>1. Solicitante</b>	: <b>KAE INGENIERIA S.A.C.</b>
Dirección	: P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: <b>BALANZA</b>
Marca	: OHAUS
Modelo	: R31P30
Número de Serie	: 8342504815
Alcance de Indicación	: 30 000 g
División de Escala de Verificación ( e )	: 10 g
División de Escala Real (d)	: 1 g
Procedencia	: CHINA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2023-07-17

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

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

**3. Método de Calibración**

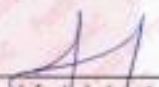
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.  
P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro INAC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-617-2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,5	24,6
Humedad Relativa	71,4	71,4

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

**7. Observaciones**

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 987 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERD	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g	Inicial		Final		
		Temp. (°C)	24,5	24,6		
		Carga L2= 30 000,0 g				
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,3
3	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,7	0,8
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,3
6	15 000	0,6	-0,3	30 000	0,9	-0,4
7	15 001	0,9	0,6	30 000	0,7	-0,2
8	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
9	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,8	0,7
10	15 000	0,6	-0,3	30 000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima			0,9			
Error máximo permitido ±			20 g	± 30 g		



PT-06-P06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 - Tel: 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro INACAL 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-617-2023  
Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,6	24,6

Posición de la Carga	Determinación de $F_0$				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	f (g)	$\Delta L$ (g)	$F_0$ (g)	Carga L (g)	f (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)
1	10,0	10	0,8	-0,3	10 000,0	10 000	0,7	-0,2	0,1
2		10	0,9	-0,4		10 000	0,6	-0,1	0,3
3		10	0,7	-0,2		10 000	0,8	-0,3	-0,1
4		10	0,8	-0,1		10 000	0,9	-0,4	-0,3
5		10	0,8	-0,3		9 999	0,7	-1,2	-0,9
Error máximo permitido: $\pm$ 20 g									

(\*) valor entre 0 y 10 g

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,6	24,6

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				$\pm$ error (g)
	f (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	f (g)	$\Delta L$ (g)	E (g)	$E_c$ (g)	
10,0	10	0,7	-0,2						
20,0	20	0,8	-0,1	0,1	20	0,8	-0,3	-0,1	10
500,0	500	0,8	-0,3	-0,1	500	0,7	-0,2	0,0	10
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,2	2 000	0,6	-0,1	0,1	10
5 000,0	5 000	0,7	-0,2	0,0	5 000	0,8	-0,3	-0,1	10
7 000,0	7 000	0,6	-0,1	0,1	7 000	0,9	-0,4	-0,2	30
10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,1	10 000	0,7	-0,2	0,0	20
15 000,0	15 000	0,9	-0,4	-0,2	15 000	0,6	-0,1	0,1	20
20 000,0	20 000	0,7	-0,2	0,0	20 000	0,8	-0,3	-0,1	20
25 000,0	25 000	0,6	-0,1	0,1	25 000	0,7	-0,2	0,0	30
30 000,0	30 000	0,8	-0,3	-0,1	30 000	0,8	-0,3	-0,1	30

$\pm$  error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,26 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,61 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 1,46 \times 10^{-4} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza     $\Delta L$ : Carga Inconformada    E: Error encriado     $E_c$ : Error en cero     $E_c$ : Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 853 - LIMA 42 Tel: 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-618-2023**

Página: 1 de 3

Expediente	: 197-2023
Fecha de Emisión	: 2023-07-24
<b>1. Solicitante</b>	: <b>KAE INGENIERIA S.A.C.</b>
Dirección	: P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: <b>BALANZA</b>
Marca	: OHAUS
Modelo	: R31P30
Número de Serie	: 8341406591
Alcance de Indicación	: 30 000 g
División de Escala de Verificación ( e )	: 1 g
División de Escala Real ( d )	: 1 g
Procedencia	: CHINA
Identificación	: NO INDICA
Tipo	: ELECTRÓNICA
Ubicación	: LABORATORIO
Fecha de Calibración	: 2023-07-17

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

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

**3. Método de Calibración**

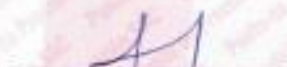
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.  
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F05 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152531

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-618-2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	24,7	24,7
Humedad Relativa	72,4	73,3

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-228-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

**7. Observaciones**

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OCULACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SEÑ. DE TRAMA	NO TIENE
INVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1 <sup>o</sup> 15 000,0 g		Carga L2 <sup>o</sup> 30 000,0 g			
	Temp. (°C)		Temp. (°C)			
	I (g)	Al. (g)	I (g)	Al. (g)		
1	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,8	0,7
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,7	-0,2
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,8	-0,1
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,3
5	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,9	-0,4
6	15 000	0,6	-0,3	30 000	0,7	-0,2
7	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,8	0,9
8	15 001	0,7	0,8	30 000	0,8	-0,3
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,9	-0,4
10	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,7	-0,2
Diferencia Máxima			1,2	1,3		
Error máximo permitido			± 3 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-618-2023  
 Página 3 de 3

2	5
1	4
3	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>a</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	AL (g)	Ea (g)	Carga L (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10,0	10	0,7	-0,2	10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,1
2		10	0,6	-0,1		10 001	0,9	0,6	0,7
3		10	0,8	-0,3		10 000	0,7	-0,2	0,1
4		10	0,9	-0,4		10 000	0,6	-0,1	0,3
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,8	-0,3	-0,1

Temp (°C)    Inicial    Final  
 24,7                      24,7

Error máximo permitido:    e                      2 g

(\*) valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				L exp. (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
50,0	50	0,9	-0,4	-0,1	50	0,7	-0,2	0,1	1
500,0	500	0,7	-0,2	0,1	500	0,6	-0,1	0,2	1
2 000,0	2 000	0,6	-0,1	0,2	2 000	0,8	-0,3	0,0	1
5 000,0	5 000	0,8	-0,3	0,0	5 000	0,9	-0,4	-0,1	1
7 000,0	7 000	0,9	-0,4	-0,1	7 000	0,7	-0,2	0,1	2
10 000,0	10 000	0,7	-0,2	0,1	10 000	0,6	-0,1	0,2	2
15 000,0	15 000	0,6	-0,1	0,2	15 000	0,8	-0,3	0,0	2
20 000,0	20 000	0,7	-0,2	0,1	20 000	0,9	-0,4	-0,1	2
25 000,0	25 000	0,9	-0,4	-0,1	25 000	0,7	-0,2	0,1	3
30 000,0	30 000	0,7	-0,2	0,1	30 000	0,7	-0,2	0,1	3

Temp (°C)    Inicial    Final  
 24,7                      24,7

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 2,77 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_W = 2 \sqrt{3,82 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,13 \times 10^{-6} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    AL: Carga incrementada    E: Error excentrado    E<sub>a</sub>: Error en peso    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06-P06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 - Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com    E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Acreditado

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2023**

Página: 1 de 3

Expediente : 197-2023  
Fecha de Emisión : 2023-07-24

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES  
ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : B847537395

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala  
de Verificación ( e ) : 10 g

División de Escala Real ( d ) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-07-17

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

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

3. Método de Calibración


La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.  
P.J. FATIMA MZA, Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2023

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	24,7	24,9
Humedad Relativa	73,3	74,3

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

**7. Observaciones**

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 21 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OCULACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g		Carga L2= 30 000,0 g			
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E (g)		
					Temp. (°C)	Temp. (°C)
1	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,8	0,9
2	15 000	0,6	-0,1	30 001	0,8	0,7
3	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,7	0,8
5	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,6	0,9
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,3
7	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
8	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,7	0,8
9	15 000	0,7	-0,2	30 001	0,6	0,9
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
Diferencia Máxima			0,3			1,3
Error máximo permitido ±		± 20 g		± 30 g		



PT-06\_F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Punto de Precisión SAC**  
**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL**  
**ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA**  
**CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro R1C - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-619-2023

Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,7	24,7

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>c</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga máxima (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10,0	10	0,7	-0,2	10 000,0	9 999	0,8	-1,1	-0,9
2		10	0,8	-0,1		9 999	0,8	-1,2	-1,2
3		10	0,8	-0,3		10 000	0,9	-0,4	-0,1
4		10	0,9	-0,4		10 000	0,7	-0,2	0,2
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,8	-0,3	-0,1

(\*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido : ± 20 g

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,8	24,9

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± max (g)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,7	-0,2						
20,0	20	0,8	-0,1	0,1	20	0,8	-0,3	-0,1	10
500,0	500	0,8	-0,3	-0,1	500	0,7	-0,2	0,0	10
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,2	2 000	0,9	-0,4	-0,2	10
5 000,0	4 999	0,7	-1,2	-1,0	5 000	0,7	-0,2	0,0	10
7 000,0	6 999	0,8	-1,1	-0,9	7 000	0,8	-0,1	0,1	20
10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,1	10 000	0,8	-0,3	-0,1	20
15 000,0	15 000	0,9	-0,4	-0,2	15 000	0,9	-0,4	-0,2	20
20 000,0	20 000	0,7	-0,2	0,0	20 000	0,7	-0,2	0,0	20
25 000,0	25 000	0,8	-0,1	0,1	25 000	0,8	-0,1	0,1	30
30 000,0	30 000	0,8	-0,3	-0,1	30 000	0,8	-0,3	-0,1	30

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 2,79 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{6,28 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 1,65 \times 10^{-4} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔI: Carga Incremental    E: Error encerrado    E<sub>c</sub>: Error en peso    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°LL-2808-2023

Página: 1 de 3

**Laboratorio PP**

**Expediente** : 197-2023  
**Fecha de emisión** : 2023-08-09

**1. Solicitante** : KAE INGENIERIA S.A.C.  
**Dirección** : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

**2. Instrumento** : PIE DE REY  
**Tipo de Indicación** : DIGITAL  
**Alcance de Indicación** : 300 mm  
**División mínima** : 0,01 mm  
**Marca** : INSIZE  
**Modelo** : 1108-300W  
**Serie** : 1310201264  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Código de Identificación** : NO INDICA

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
La calibración se realizó en el laboratorio de longitud de PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
**Fecha de calibración:** 2023-08-08

**4. Método de Calibración**  
La calibración se efectuó por comparación directa según el PC-012<sup>o</sup> Procedimiento de calibración de pie de rey del Indecopi -SNMP Edición 5, 2012.

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
JUEGO DE BLOQUES PATRÓN	INSIZE	LLA-C-032-2022	INACAL - DA
BLOQUE PATRÓN	INSIZE	LLA-599-2022	INACAL - DA
BLOQUE PATRÓN	INSIZE	LLA-600-2022	INACAL - DA
VARILLA PATRÓN	INSIZE	LLA-243-2023	INACAL - DA
ANILLO PATRÓN	INSIZE	LLA-242-2023	INACAL - DA
TERMÓMETRO DE CONTACTO	NO INDICA	TD22-C-0675-2022	INACAL - DA

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,9	23,7
Humedad %	61,7	62,8


**7. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"
- La incertidumbre de la medición ha sido calculada con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza aproximado del 95 %.
- El instrumento tiene un error máximo permisible de  $\pm 30 \mu\text{m}$ , según Fabricante.


El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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.

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



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°LL-2808-2023

Página: 2 de 3

### B. Resultados

#### ERROR DE REFERENCIA INICIAL

Valor Nominal (mm)	Promedio (mm)	Error (µm)
0,00	0,00	0

#### ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

Valor Nominal (mm)	Valor Patrón (mm)	Indicación del Pie de Rey			Promedio (mm)	Error (µm)
		Superior (mm)	Central (mm)	Inferior (mm)		
0,00	0,000	0,00	0,00	0,00	0,000	0
30,00	30,000	30,00	29,99	30,00	29,997	-3
50,00	50,000	49,99	49,99	49,99	49,990	-10
100,00	100,000	100,00	100,00	100,00	100,000	0
150,00	150,000	150,00	150,01	150,01	150,007	6
200,00	199,999	200,00	200,01	200,00	200,003	4
250,00	250,000	250,01	250,00	250,01	250,007	7
300,00	300,000	300,02	300,01	300,01	300,013	13

#### ERROR CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

Valor Nominal (mm)	Error (E) (µm)
30,00	10

#### ERROR DE REPETIBILIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (R) (µm)
300,00	10

#### ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error (S <sub>e-i</sub> ) (µm)
20,00	0

#### ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

Valor Nominal (mm)	Error (S <sub>e-p</sub> ) (µm)
20,00	7



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°LL-2808-2023

Página: 3 de 3

### ERROR DE CONTACTO LINEAL

Valor Nominal (mm)	Error (L) (µm)
10,00	0

### ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA

Valor Nominal (mm)	Error (J) (µm)
30,00	0

### ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN DE INTERIORES

Valor Nominal (mm)	Error (K) (µm)
5,00	0



### INCERTIDUMBRE DEL PIE DE REY

$$U (k=2) = ( 9,91^2 + 0,03^2 \times L^2 )^{1/2} \mu\text{m}$$

incertidumbre para L = 300 mm	13 µm
-------------------------------	-------

Fin del documento



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**Anexo 6: Datos del cálculo para las hipótesis**

**Cálculo de la hipótesis para la resistencia a compresión a los 7 días (MANUAL)**

<b>Nro</b>	<b>P</b>	<b>P-10</b>	<b>P-15</b>	<b>P-20</b>
7	157	169	174	144
7	152	166	177	137
7	159	170	174	145
7				
Suma( $x_i$ )=	468	505	525	426
Media=	156.0	168.3	175.0	142.0
Suma total( $x_{.}$ )=	1924			
$n_i$ =	3	3	3	3
N=	12		k=	4
$SC_{Trat}$ =	1902			
$SC_{Total}$ =	1980.7			
$SC_{Error}$ =	78.7			

<b>Tabla ANOVA</b>				
<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>
Entre las muestras	1902	3	634	64.4745763
Dentro de las muestras	78.7	8	9.83333333	
Total	1980.7	11		
<b>(Valor crítico) <math>F_{\alpha, k-1, N-k}</math> =</b>	4.06618055	=INV.F.CD(0.05;J19;J20)		
<b>p-valor=</b>	6.0257E-06	=DISTR.F.CD(L19;J19;J20)		

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	$SC_{Trat} = \sum_{i=1}^k n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2$	$k - 1$	$CM_{Trat} = \frac{SC_{Trat}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{Trat}}{CM_{Error}}$
Dentro de las muestras	$SC_{Error} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$N - k$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{N - k}$	
Total	$SC_{Total} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$	$N - 1$		

### Método TUKEY

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k) \sqrt{CM_E / n_i}$$

k=	4
N-k=	8
CM <sub>E</sub> =	9.8
n <sub>i</sub> =	3
q <sub>α</sub> (k,N-k)=	4.53

T<sub>α</sub>= **8.20**

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
P - P A1	12.33	SIGNIFICATIVA
P - P A2	19.00	SIGNIFICATIVA
P - P A3	14.00	SIGNIFICATIVA

**Cálculo de la hipótesis para la resistencia a compresión a los 14 días (MANUAL)**

14	188	203	206	170
14	182	199	208	173
14	186	199	204	172
14				
Suma( $x_i$ )=	556	601	618	515
Media=	185.3	200.3	206.0	171.7
Suma total( $x_{..}$ )=	2290			
$n_i$ =	3	3	3	3
N=	12		k=	4
$SC_{Trat}$ =	2153.667			
$SC_{Total}$ =	2195.7			
$SC_{Error}$ =	42.0			

<b>Tabla ANOVA</b>				
<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrado medio</b>	<b>F</b>
Entre las muestras	2153.66667	3	717.888889	136.740741
Dentro de las muestras	42.0	8	5.25	
Total	2195.7	11		
<b>(Valor crítico) <math>F_{\alpha,k-1,N-k}</math> =</b>	4.06618055	=INV.F.CD(0.05;J19;J20)		
<b>p-valor=</b>	3.2695E-07	=DISTR.F.CD(L19;J19;J20)		

**Método TUKEY**

k=	4
N-k=	8
$CM_E$ =	5.3
$n_i$ =	3
$q_{\alpha}(k,N-k)$ =	4.53
$T_{\alpha}$ =	5.99

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
P- P A1	15.00	SIGNIFICATIVA
P - P A2	20.67	SIGNIFICATIVA
P- P- A3	13.67	SIGNIFICATIVA

### Cálculo de la hipótesis para la resistencia a compresión a los 28 días (MANUAL)

Suma( $x_i$ )=	647	701	714	604
Media=	215.7	233.7	238.0	201.3
Suma total( $x_{.}$ )=	2666			
$n_i$ =	3	3	3	3
N=	12		k=	4
$SC_{Trat}$ =	2577.667			
$SC_{Total}$ =	2615.7			
$SC_{Error}$ =	38.0			

<b>Tabla ANOVA</b>				
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	2577.66667	3	859.222222	180.888889
Dentro de las muestras	38.0	8	4.75	
Total	2615.7	11		
(Valor crítico) $F_{\alpha,k-1,N-k}$ =	4.06618055	=INV.F.CD(0.05;J19;J20)		
p-valor=	1.0898E-07	=DISTR.F.CD(L19;J19;J20)		

### Método TUKEY

k=	4
N-k=	8
$CM_E$ =	4.8
$n_i$ =	3
$q_{\alpha}(k,N-k)$ =	4.53
$T_{\alpha}$ =	5.70

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
P- P A1	18.00	SIGNIFICATIVA
P - P A2	22.33	SIGNIFICATIVA
P- P- A3	14.33	SIGNIFICATIVA

### Cálculo de la hipótesis para la resistencia a flexión a los 7 días (MANUAL)

7	28	35	32	28
7	31	33	32	28
7	29	34	32	29
7				
Suma(x <sub>i</sub> )=	88	102	96	85
Media=	29.3	34.0	32.0	28.3
Suma total(x <sub>.</sub> )=	371			
n <sub>i</sub> =	3	3	3	3
N=	12		k=	4
SC <sub>Trat</sub> =	59.58333			
SC <sub>Total</sub> =	66.9			
SC <sub>Error</sub> =	7.3			

Tabla ANOVA				
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	59.5833333	3	19.8611111	21.6666667
Dentro de las muestras	7.3	8	0.91666667	
Total	66.9	11		
(Valor crítico) F <sub>α,k-1,N-k</sub> =	4.06618055	=INV.F.CD(0.05;J19;J20)		
p-valor=	0.00033902	=DISTR.F.CD(L19;J19;J20)		

### Método TUKEY

k=	4
N-k=	8
CM <sub>E</sub> =	0.9
n <sub>i</sub> =	3
q <sub>α</sub> (k,N-k)=	4.53

$T_{\alpha} =$	2.50

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
P- P A1	4.67	SIGNIFICATIVA
P - P A2	2.67	SIGNIFICATIVA
P- P- A3	1.00	NO SIGNIFICATIVA

### Cálculo de la hipótesis para la resistencia a flexión a los 14 días (MANUAL)

14	39	42	41	33
14	37	43	39	35
14	38	40	41	35
14				
Suma( $x_i$ )=	114	125	121	103
Media=	38.0	41.7	40.3	34.3
Suma total( $x_{..}$ )=	463			
$n_i$ =	3	3	3	3
N=	12		k=	4
$SC_{Trat}$ =	92.916667			
$SC_{Total}$ =	104.9			
$SC_{Error}$ =	12.0			

<b>Tabla ANOVA</b>				
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	92.9166667	3	30.9722222	20.6481481
Dentro de las muestras	12.0	8	1.5	
Total	104.9	11		
(Valor crítico) $F_{\alpha, k-1, N-k}$ =	4.06618055	=INV.F.CD(0.05;J19;J20)		
p-valor=	0.00040141	=DISTR.F.CD(L19;J19;J20)		

### Método TUKEY

k=	4
N-k=	8
CM <sub>E</sub> =	1.5
n <sub>i</sub> =	3
q <sub>α</sub> (k,N-k)=	4.53
T <sub>α</sub> =	<b>3.20</b>

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
P- P A1	3.67	SIGNIFICATIVA
P - P A2	2.33	NO SIGNIFICATIVA
P- P- A3	3.67	SIGNIFICATIVA

### Cálculo de la hipótesis para la resistencia a flexión a los 28 días (MANUAL)

28	44	48	45	40
28	41	50	47	41
28	43	49	45	42
28				
Suma(x <sub>i</sub> )=	128	147	137	123
Media=	42.7	49.0	45.7	41.0
Suma total(x <sub>..</sub> )=	535			
n <sub>i</sub> =	3	3	3	3
N=	12		k=	4
SC <sub>Trat</sub> =	111.5833			
SC <sub>Total</sub> =	122.9			
SC <sub>Error</sub> =	11.3			

Tabla ANOVA				
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	111.583333	3	37.1944444	26.254902
Dentro de las muestras	11.3	8	1.41666667	
Total	122.9	11		

<b>(Valor crítico) <math>F_{\alpha,k-1,N-k} =</math></b>	<b>4.06618055</b>	=INV.F.CD(0.05;J19;J20)	
<b>p-valor=</b>	<b>0.00017117</b>	=DISTR.F.CD(L19;J19;J20)	

### Método TUKEY

k=	4
N-k=	8
$CM_E=$	1.4
$n_i=$	3
$q_{\alpha}(k,N-k)=$	4.53
$T_{\alpha}=$	<b>3.11</b>

Diferencia poblacional	Diferencia muestral	Decisión
P- P A1	6.33	SIGNIFICATIVA
P - P A2	3.00	NO SIGNIFICATIVA
P- P- A3	1.67	NO SIGNIFICATIVA



## Anexo 7: Panel fotográfico del procedimiento



**Imagen 1:** Adquisición y tratamiento de la cáscara de trigo (Distrito de Sihuas) y viruta de aluminio (Distrito de Chimbote)



**Imagen 2:** Tesistas en el entorno del laboratorio, cerca del horno utilizado para generar las cenizas de cáscara de trigo



**Imagen 3:** Horno destinado a la producción de las cenizas



**Imagen 4:** Estudiantes junto al asistente de laboratorio



**Imagen 5:** Estudiantes en el laboratorio con las cenizas de la cáscara de trigo



**Imagen 6:** Selección y adquisición de agregados a utilizar (piedra chancada)



**Imagen 7:** Selección y adquisición de agregados a utilizar (arena fina)



**Imagen 8:** Tesistas en el laboratorio, realizando el análisis granulométrico



**Imagen 9:** Agregado grueso y fino seleccionado



**Imagen 10:** Agregado grueso y fino seleccionado



**Imagen 11:** Estudiante realizando el ensayo para hallar el peso unitario.



**Imagen 12:** Estudiante introduciendo los compuestos al horno.



Imagen 13: Estudiante calculando el agregado grueso



Imagen 14: Estudiante calculando el agregado fino



Imagen 15: Estudiante calculando la proporción de cemento



Imagen 16: Estudiante realizando la mezcla para la elaboración del concreto





Imagen 17: Estudiantes realizando la mezcla para la elaboración del concreto



Imagen 18: Estudiante vertiendo el concreto al cono de Abrams para verificar el asentamiento



Imagen 19: Estudiante midiendo el revenimiento (Resultado = 3.5")

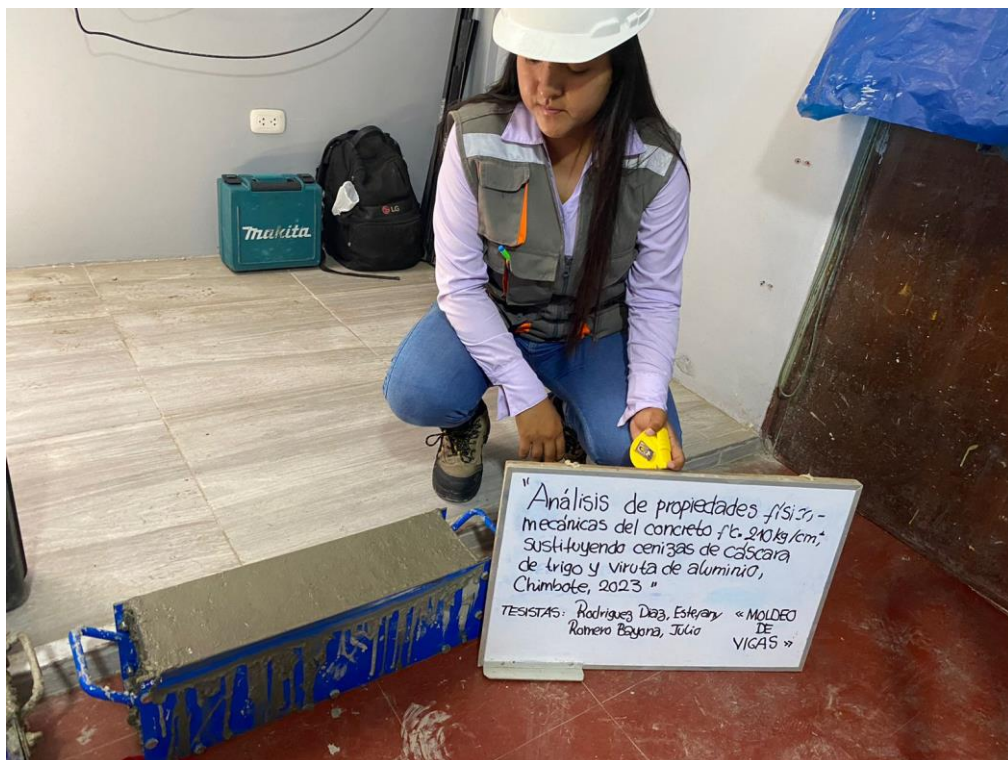


Imagen 20: Moldeo de vigas



**Imagen 21:** Ensayo de rotura de vigas para determinar la resistencia a la flexión (7-14 y 28 días)



**Imagen 22:** Ensayo de rotura de vigas para determinar la resistencia a la flexión (7-14 y 28 días)



**Imagen 23:** Ensayo de rotura de probetas para determinar la resistencia a la compresión (7-14 y 28 días)



**Imagen 24:** Ensayo de rotura de probetas para determinar la resistencia a la compresión (7-14 y 28 días)

## Anexo 8: Resultado de reporte de similitud de Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&student\_user=1&o=2238119197&ro=103&u=1118078671&s=1

feedback studio ESTEFANY BRIGGIT RODRIGUEZ DIAZ | 2 INTENTO TURNITIN - RODRIGUEZ Y ROMERO.pdf

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**TÍTULO DE LA TESIS**  
Análisis de propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>,  
sustituyendo cenizas de cáscara de trigo y viruta de aluminio,  
Chimbote, 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**  
Rodriguez Diaz, Estefany Briggit ([orcid.org/0000-0001-6364-774X](https://orcid.org/0000-0001-6364-774X))  
Romero Bayona, Julio Paulo ([orcid.org/0000-0001-9896-8383](https://orcid.org/0000-0001-9896-8383))

**ASESOR:**  
Mgtr. Muñoz Arana, José Pepe ([orcid.org/0000-0002-9488-9650](https://orcid.org/0000-0002-9488-9650))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño sísmico y estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**  
Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ  
(2023)

**Resumen de coincidencias**

**17 %**

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	5 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
4	repositorio.usanpedro... Fuente de Internet	1 %
5	upc.aws.openrepositor... Fuente de Internet	<1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	doaj.org Fuente de Internet	<1 %

Página: 1 de 57    Número de palabras: 13715    Versión solo texto del informe    Alta resolución    Activado

01:18  
26/11/2023