



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades  
mecánicas del concreto  $F'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque**

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

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Correa Tuanama, Yheral Antonio ([orcid.org/0000-0002-0106-6787](https://orcid.org/0000-0002-0106-6787))

Maza Yaipen, Jose Antonio ([orcid.org/0000-0001-5121-3434](https://orcid.org/0000-0001-5121-3434))

**ASESOR:**

Mg. Cubas Armas, Marlon Robert ([orcid.org/0000-0001-9750-1247](https://orcid.org/0000-0001-9750-1247))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHICLAYO – PERÚ**

**2023**

## **Dedicatoria**

Este trabajo esta principalmente dedicado a Dios por darnos la oportunidad de seguir adelante a pesar de las dificultades que hayamos tenido durante nuestro proceso académico, y a la vez por concedernos unas hermosas familias, que siempre nos apoya a pesar que nos encontremos distanciados.

Además, está dedicado al público en general, especialmente a los estudiantes de ingeniería civil que siempre buscamos nuevas innovaciones para mejorar nuestro país. Este presente estudio se realizó con el apoyo del Mg. Cubas Armas Marlon Robert, está especialmente destinados para ustedes.

## **Agradecimiento**

La presente investigación es el producto del esfuerzo que se ha realizado durante semanas, días y horas, donde hemos puesto a prueba nuestras capacidades y demostrado nuestros conocimientos obtenidos durante nuestra preparación académica.

A nuestras familias quienes nos han dado un gran apoyo y a la vez motivarnos desde el inicio de nuestra formación académica.

Finalmente le damos un perpetuo agradecimiento al Mg. Cubas Armas Marlon Robert, quien nos apoyó desde la primera sesión de clases, y a la vez preparándonos para ser buenos profesionales y mirar hacia el futuro con otras perspectivas.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
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 (criterios de selección), muestra muestreo, unidad de análisis..	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	34
REFERENCIAS.....	35
ANEXOS.....	43

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Composición química de la CCA</i> .....	5
Tabla 2. <i>Antecedentes nacionales de repositorios de universidades peruanas</i> .....	6
Tabla 3. <i>Distribución de la población y muestra del estudio</i> . ....	12
Tabla 4. <i>Técnicas e instrumentos de la investigación</i> .....	13
Tabla 5. <i>Ensayos y normativa que regulan su procedimiento estándar</i> .....	14
Tabla 6. <i>Características físicas de la CCA</i> . ....	19
Tabla 7. <i>Composición química de la CCA</i> .....	21
Tabla 8. <i>Pruebas estadísticas de la f'c a los 28 días</i> .....	25
Tabla 9. <i>Pruebas estadísticas de la f't a los 28 días</i> .....	25
Tabla 10. <i>Pruebas estadísticas de la M'r a los 28 días</i> .....	26
Tabla 11. <i>Pruebas estadísticas del Ec a los 28 días</i> . ....	26

## Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 1.</i> Suma de los principales componentes de la CCA. ....	5
<i>Figura 2.</i> Esquema del diseño de investigación. ....	11
<i>Figura 3.</i> Esquema de ensayos y normativas a fin de la indagación. ....	15
<i>Figura 4.</i> Proceso de la indagación. ....	16
<i>Figura 5.</i> Proceso del análisis de datos. ....	17
<i>Figura 6.</i> Aspectos éticos del estudio. ....	18
<i>Figura 7.</i> Relación de la $W_{CCA}/W_{CA}$ y la Pérdida de masa ....	20
<i>Figura 8.</i> Variación de masa de la CA. ....	20
<i>Figura 9.</i> Suma de los principales componentes químicos de la CCA. ....	21
<i>Figura 10.</i> Barrido espectral FTIR de la CCA. ....	22
<i>Figura 11.</i> Propiedades mecánicas del concreto patrón y experimental. ....	23
<i>Figura 12.</i> Variaciones de las sustituciones del concreto experimental vs patrón. ....	24
<i>Figura 13.</i> Comparación química de antecedentes con el presente estudio. ....	28
<i>Figura 14.</i> Comparación del $F'c$ de antecedentes nacionales. ....	29
<i>Figura 15.</i> Comparación del $E_c$ de antecedentes nacionales. ....	31

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito determinar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz como sustituto parcial del cemento en las propiedades mecánicas del concreto  $F'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, de tal manera este sea un material alternativo sostenible, que favorezcan a la mitigación del impacto ambiental y a la resistencia del concreto.

Por consiguiente, la metodología empleada en la investigación, fue de tipo aplicada de orientación experimental ya que se analizó la variación de las propiedades mecánicas del concreto, en base a la comparación del grupo control y grupo experimental, donde el cemento fue sustituido en 0%, 4%, 6%, 8% y 10% por CCA respecto a su peso total, en la cual se realizaron 40 probetas cilíndricas y 10 vigas por cada una de ellas, posteriormente fueron evaluadas a edades de curado de 7, 14 y 28 días respectivamente.

Finalmente, de los resultados alcanzados se demuestran que la CCA influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto, concluyendo que el porcentaje óptimo de sustitución es el 6% aumentando la  $f'c$ ,  $f_t$ ,  $M'r$  y  $E_c$  en 10.79%, 19.89%, 11.46%, 5.69% respectivamente, con respecto a los porcentajes de 8% y 10% de sustitución la resistencia tiende a disminuir.

**Palabras clave:** CCA, sustitución, propiedades mecánicas, porcentaje óptimo.

## Abstract

The purpose of this research work was to determine the influence of rice husk ash as a partial substitute for cement on the mechanical properties of concrete F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, in such a way that this is a sustainable alternative material that favors environmental impact mitigation and concrete resistance.

Therefore, the methodology used in the investigation was of an applied type of experimental orientation since the variation of the mechanical properties of the concrete was analyzed, based on the comparison of the control group and the experimental group, where the cement was replaced by 0% , 4%, 6%, 8% and 10% by CCA with respect to its total weight, in which 40 cylindrical specimens and 10 beams were made for each one of them, later they were evaluated at curing ages of 7, 14 and 28 days respectively.

Finally, from the results achieved, it is shown that the CCA positively influences the mechanical properties of the concrete, concluding that the optimal substitution percentage is 6%, increasing the f'c, ft, M'r and Ec by 10.79%, 19.89%, 11.46%, 5.69% respectively, with respect to the percentages of 8% and 10% substitution, the resistance tends to decrease.

**Keywords:** CCA, substitution, mechanical properties, optimal percentage.



## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el sector de la construcción está ascendiendo notablemente, debido a la industrialización de los países en desarrollo (Rithuparna, Jittin y Bahurudeen 2021), ya que este constituye a un factor de vital importancia para el crecimiento socioeconómico de estos, por ello implica que el uso del concreto aumenta, debido a que este es considerado el componente de mayor demanda en las construcciones (Andrade Neto et al. 2021). No obstante, la elaboración del concreto trae consigo efectos negativos sobre el medio ambiente (Li et al. 2022), como la extracción excesiva de las reservas naturales y la expulsión de gases contaminantes debido a la producción del cemento (Syahida Adnan et al. 2021). Es por ello que diversos investigadores se han enfocado en encontrar materiales de construcción alternativos sostenibles, que favorezcan a la mitigación del impacto ambiental (Asfaw, Hareru y Ghebrab 2022).

El uso de residuos agrícolas es una opción sustentable para ser utilizado como suplente parcial del cemento (Gedefaw et al. 2022), ya que diversas investigaciones han confirmado que estos poseen propiedades aglomerantes que les permite adherirse fácilmente a la mezcla del concreto, además su incorporación a la industria de la construcción reducirá la dispersión de CO<sub>2</sub> que provoca la fabricación del cemento y la quema incontrolada de estos residuos para su eliminación. Entre los residuos más usados están, la cáscara de arroz, la mazorca de maíz, la cáscara de café y el bagazo de caña de azúcar (Li et al. 2022). Cabe resaltar que, para la obtención de cenizas con propiedades aglomerantes, los residuos agrícolas deberán estar sometidos a temperatura y tiempo controlado. Investigadores han demostrado que la temperatura de incineración óptima, oscila entre los 600°C a 700°C (Miller, Cunningham y Harvey 2019).

Por consiguiente, al reemplazar parcialmente el cemento por estos residuos, se deberá realizar un estudio en sus propiedades, ya que de ello dependerá si las cenizas proporciona una mejora o desventaja en el comportamiento del concreto, existiendo investigaciones que han realizado el análisis macroestructural y microestructural, donde se ha comprobado que al sustituir el cemento por ciertos porcentajes de las cenizas de residuos agrícolas tienden a tener una mayor resistencia a diferencia del concreto patrón (Castillo Piscoya et al. 2021), mediante

el estudio de la microestructura se podrá determinar las características físico-químicas de las cenizas y del concreto endurecido con el porcentaje óptimo de sustitución del nuevo producto obtenido (Setayesh Gar, Suresh y Bindiganavile 2017). Por ende, el presente estudio es importante para darle un uso al residuo agroindustrial en la producción del concreto y contribuir en reducir los efectos del gas invernadero.

Una de las cenizas con mayor relevancia por investigadores es la ceniza de cáscara de arroz, puesto que posee propiedades con alta reactividad puzolánica, a causa que contiene una mayor cantidad de óxido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ). en comparación con otras cenizas (Mohan y P. 2022), cabe recalcar que, para identificar estos componentes químicos, se debe realizar un estudio de difracción de rayos X, además dependerá de la temperatura que sea expuesta, ya que es un componente importante que influirá en la estructura química de las cenizas (Mounika, Baskar y Sri Kalyana Rama 2022). Se ha demostrado que al sustituir el cemento en proporciones de 5% a 10% produce una mejora, mientras que al superar este llegan disminuir su resistencia (Liu, Zhang, Liu, Lin, et al. 2022; Hu et al. 2021; Abolhasani, Samali y Aslani 2022; Ahsan y Hossain 2018).

Cabe mencionar que la producción de arroz genera grandes cantidades de residuos (Hu, He y Zhang 2020), las cuales muchos de estos son desechados debido al desconocimiento de la población acerca de los beneficios que estos pueden proporcionar como parte de la sustitución del cemento, asimismo ello se debe a la falta de investigaciones locales referidas al tema. Por ende, la presente investigación se basará en la reutilización de la cáscara de arroz como material puzolánico logrando sustituir parcialmente el cemento, de tal manera lograr implementar una construcción socioambiental, así mismo con ello se busca reducir el uso del cemento, la cual implicaría que el costo del concreto disminuye, llegando a satisfacer lo socioeconómico en la industria de la construcción (Mohan y P. 2022).

Analizando esta realidad problemática, podemos plantear como problema de la investigación: ¿Cuál es la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto  $F'c$  280  $\text{kg/cm}^2$ , Lambayeque? El **objetivo general** de la indagación: Determinar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto  $F'c$  280  $\text{kg/cm}^2$ , Lambayeque.

Así mismo, los objetivos específicos son: a) Identificar las características fisicoquímicas de las cenizas de la cáscara de arroz para sustituir parcialmente el cemento en el estudio de la influencia en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup> fabricado en Lambayeque, b) Analizar la resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad con la sustitución del cemento en 0%, 4%, 6%, 8% y 10% por la ceniza de cáscara de arroz en el concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup> y c) Comparar estadísticamente los resultados del concreto patrón y con las sustituciones del cemento por la ceniza cáscara de arroz en la resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup> fabricado en Lambayeque.

Igualmente, se expone la justificación del problema, con referente a lo **académico**, al ser esta investigación de tipo experimental, se instaure como antecedente para futuras investigaciones relacionadas al uso de CCA como sustituto parcial del cemento en la elaboración del concreto. Por otro lado, en lo **técnico** se establecerá la proporción óptima de adición de las CCA en el concreto, mediante los ensayos de resistencia ejecutados en laboratorio. Correspondiente a lo **ambiental** porque con la sustitución del cemento se contribuye en la reducción de la emisión de CO<sub>2</sub> producida durante los procesos constructivos en la fabricación del concreto y la quema descontrolada de residuos agrícolas.

Finalmente, como hipótesis general: Un porcentaje de sustitución del cemento por la CCA mejora las resistencias de las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque.

## II. MARCO TEÓRICO

Se destacan los antecedentes de estudios de mayor relevancia, tanto a nivel local e internacional, vinculados al tema de estudio.

Por consiguiente, como antecedentes internacionales se tiene a (Alyami et al. 2023) donde evalúa la incorporación de subproductos agrícolas como alternativa sostenible, a fin de reducir la gran demanda del uso del cemento, llegando a concluir que la ceniza de cáscara de arroz (CCA) presenta un elevado porcentaje de  $\text{SiO}_2$  a diferencia de otros subproductos, llegando a aumentar el  $f'c$  del concreto con proporción de reemplazo del 20%.

Del mismo modo, (Hu, He y Zhang 2020), evaluó la estructura química de la CCA en diferentes procesos de combustión, a fin de obtener la temperatura y tiempo óptimo de calcinación, en la cual se pueda adquirir una ceniza con mayor actividad puzolánica, concluyendo que al quemar la cascarilla de arroz a  $650^\circ\text{C}$  por 2 horas, se obtendrá una ceniza con mejores propiedades puzolánicas, llegando a obtener hasta un 95.99% de sílice ( $\text{SiO}_2$ ).

Además, (Dharmaraj et al. 2023) analizó las propiedades del concreto a diferentes porcentajes de sustitución del cemento por la CCA. Además, evaluaron las características físico-químicas de las cenizas, concluyendo que estas cumplen con las características necesarias para ser utilizados como material puzolánico, asimismo sus resultados muestran que el porcentaje de sustitución óptimo oscila entre 2.5 a 10%.

También (Jayaraman et al. 2023) en su proyecto de investigación usa materiales alternativos que puedan desarrollarse como un componente cementicio y que puedan ser de bajos costos, uno de ellos es la CCA, el cual fue comprobado que la utilización de este proporciona una mejora al medio ambiente y que también tiene propiedades parecidas al cemento.

Tabla 1. Composición química de la CCA

Referencia	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	CaO	SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
(Liu, Zhang, Liu, Zhu, et al. 2022)	92.08	0.11	0.05	0.49	-	3.5	1.35	0.92	-	92.24
(Wang et al. 2022)	92.99	0.46	0.26	0.49	-	3.08	0.83	0.21	-	93.71
(Althoey et al. 2022)	91.7	0.22	0.12	0.36	0.13	2.37	-	0.16	-	92.04
(Nassar et al. 2022)	91.14	0.42	0.24	0.76	0.06	6.74	-	-	0.42	91.80
(Al-Alwan et al. 2022)	83.10	2.15	1.10	1.50	0.10	2.96	2.05	1.20	4.70	86.35
(Taiwo et al. 2022)	85.77	1.94	0.20	2.37	-	1.07	-	0.72	0.58	87.91

Fuente: Elaboración propia.

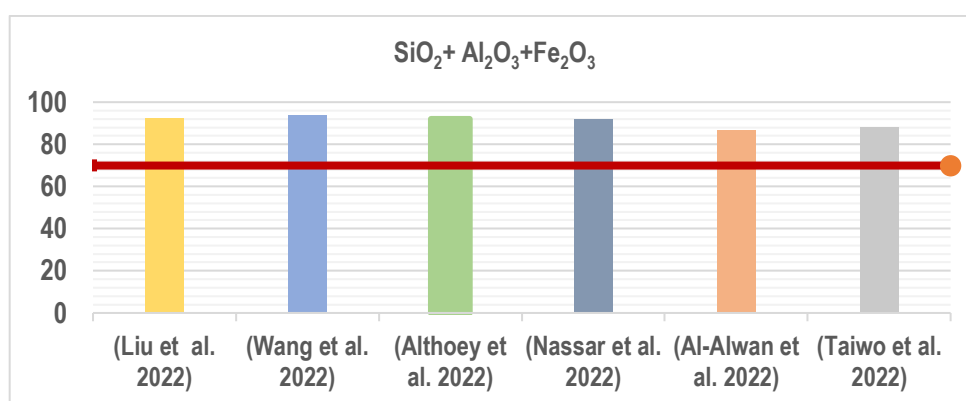


Figura 1. Suma de los principales componentes de la CCA.

Fuente: Elaboración propia.

Los componentes químicos de la CCA, cumple con los parámetros establecidos por la ASTM C618 (Mounika, Baskar y Sri Kalyana Rama 2022), la cual establece que los porcentajes de SiO<sub>2</sub>+ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, deberán ser ≥70%, para ser utilizados como puzolana. De acuerdo con los estudios analizados, se observa en la Figura 1 que todos son ≥ 70%, la cual permite la alta reactividad puzolánica de estas cenizas.

De tal manera, como antecedentes nacionales se seleccionaron 14 proyectos de investigación elaborados por estudiantes de universidades peruanas, orientadas en el estudio de la sustitución del cemento por la CCA, en la cual evaluaron diferentes F'c. La siguiente tabla resume los resultados más relevantes.

Tabla 2. Antecedentes nacionales de repositorios de universidades peruanas.

Autores	F'c (kg/cm2)	% Sustitución	% óptimo	Δ f'c	R. a/c	Observación
(Beltrán y Ccama, 2017)	800 kg/cm2	0%	20%	+7.7%	0.40	Determinó que la mayor resistencia se obtuvo a los 56 días con un porcentaje de sustitución del 20%.
		10%			0.40	
		20%			0.40	
		30%			0.40	
(Montero, 2019)	175 kg/cm2	0%	10%	+19.20%	0.77	Se verificó que el uso de CCA en la fabricación del concreto es más factible que un concreto convencional.
		10%			0.85	
		15%			0.90	
		20%			0.96	
	210 kg/cm2	0%	10%	+2.48%	0.70	
		10%			0.78	
		15%			0.83	
		20%			0.88	
280 kg/cm2	0%	10%	+2.26%	0.60		
	10%			0.67		
	15%			0.70		
	20%			0.75		
(Vargas, 2023)	280 kg/cm2	0%	7.5%	+2.65%	0.509	Se utilizó la CCA para reemplazar al cemento, obteniendo un incremento en sus propiedades mecánicas evaluadas.
		2.5%			0.509	
		5%			0.509	
		7.5%			0.509	
		10%			0.509	
		12.5%			0.509	
(Jaime y Portocarrero, 2018)	175 kg/cm2	0%	8%	+25.54%	0.63	La CCA mejora la f'c
		8%			-	
		12%			-	
		16%			-	
(Orchesi 2019)	210 kg/cm2	0%	(ESQ.3%+ CCA.5%)	+5.2%	0.56	Uso el calcio de roca esquistosa calcinada (ESQ.) y CCA, como sustituto parcial del cemento.
		(ESQ.5%+ CCA.7%)			0.56	
					0.56	

<b>(Ortiz, 2018)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	0%	-	-13.87%	0.53	Sustituye el cemento por la unión de la CCA y concha de abanico, provocando una sostenibilidad ambiental.
		12%			-	
<b>(Cerna, 2018)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	0%	(5%CCA+15%CC)	(5%CCA+15%CC)	0.684	Sustituye el cemento por la unión de (CCA) y la ceniza de carbón (CC), observándose que la mayor resistencia se obtuvo a los 45 días.
		(5%CCA+15%CC)			0.684	
		(10%CCA+30%CC)			0.746	
<b>(Córdova y González, 2021)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	0%	10%	+1.64%	0.59	En sustituciones por encima del 10% las evidencias indican que la resistencia tiende a disminuir significativamente.
		10%			0.64	
		15%			0.683	
		20%			0.72	
<b>(Del Castillo, 2021)</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>	0%	5% CCA +15% CDS.	+35.34%	0.58	Sustituye el cemento por la combinación de la CCA y almeja marina comestible (donax sp), conocida como marucha o palabrita.
		2% CCA +6% ceniza de donax sp (CDS).			-	
		5% CCA +15% ceniza de donax sp (CDS).			-	
<b>(Mori Gonzales, 2019)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	0%	-	-1.29%	0.56	Sustituye el cemento por la unión de la CCA y concha de abanico.
<b>(Ccopa, 2019)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	0%	0%	-3.57%	0.58	Se analizó que la mayor resistencia se dio en la probeta convencional (sin ceniza).
		5%			0.61	
		10%			0.64	
		15%			0.68	
<b>(Amasifuen y Romero, 2021)</b>	350 kg/cm <sup>2</sup>	0%	0.5% cenizas de coco+0.5% CCA	-7.98%	0.5	
		0.5% cenizas de coco+0.5% CCA			-	

		3% cenizas de coco+3% CCA			-	Sustituyó parcialmente el cemento por la unión de ceniza de coco y la CCA
		4.5% cenizas de coco+4.5% CCA			-	
<b>(Quispe, 2018)</b>	210 kg/cm <sup>2</sup>	0%			0.56	La resistencia dada se estableció con 56 días de curado.
		5%			0.56	
		10%	10%	+5.97%	0.56	
		15%			0.56	
		20%			0.56	
<b>(Dominguez y Fernández, 2020)</b>	280 kg/cm <sup>2</sup>	0%			0.4604	Su propósito es mejorar la resistencia del concreto para su uso en la construcción de pavimento.
		5%	5%	-7.77%	-	

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 presenta las principales investigaciones sobre el empleo de las CCA como sustituto parcial del cemento para la elaboración del concreto, en donde el  $f'c$  más usado en los estudios antes mencionados son: 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>. Diferentes investigadores concluyen que los porcentajes óptimos para sustituir el cemento por las CCA son: 5%, 8% y 10%, ya que al pasar este límite la resistencia llega a disminuir, cabe recalcar que esto también dependerá de la combinación que se le haga a las CCA como se puede observar algunos investigadores usan las cenizas de concha de abanico, carbón, palabritas, entre otros.



A continuación, se conceptualiza los indicadores de las dimensiones del presente estudio:

- **Pérdida por calcinación (%):** Es una magnitud referida a la reducción de masa de una muestra al ser sometido por un proceso de calcinación (Hakeem et al. 2022).
- **Finura (%):** Es un elemento que nos permite verificar que tan fino o grueso es el material analizado (Syarif et al. 2021).
- **Densidad (g/cm<sup>3</sup>):** Es una característica física de la materia, la cual se encuentra establecida por la correlación entre la masa y el volumen ocupado (Adhikary, Ashish y Rudžionis 2022).
- **Densidad aparente suelta (gr/cm<sup>3</sup>):** Es la magnitud determinada por la relación de la masa del producto analizado entre el volumen del recipiente.
- **Contenido de humedad (%):** Magnitud referida a la cantidad de agua que contiene un elemento (Syarif et al. 2021).
- **Índice de actividad puzolánico (%):** Permite reconocer el comportamiento de la puzolana al reaccionar con el Ca (OH)<sub>2</sub>, durante el proceso de hidratación, formando compuestos con propiedades cementantes (Li et al. 2022).
- **Variación de masa (%):** Representación del porcentaje de pérdida de masa, en relación a la temperatura y tiempo de combustión que es sometida la muestra (Nasir et al. 2022).
- **Composición química (%):** Están conformados por la unión de los elementos químicos que se encuentran dentro de un material específico (Raheem y Ikotun 2020).
- **Transmitancia (%) (enlaces químicos y vibraciones):** Permite reconocer el modo en que se conecta de los distintos átomos que forman una molécula (Zunino y Lopez 2017).
- **Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>):** Es una de las resistencias más experimentadas donde se estudia el comportamiento del concreto, ante ser sometido a una fuerza externa y saber su resistencia (Montero Flores 2019).

- **Resistencia a la tracción (kg/cm<sup>2</sup>):** Prueba realizada por probetas cilíndricas en forma horizontal (Agwa et al. 2022).
- **Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>):** Prueba donde se podrá observar el comportamiento de una viga o losa sin reforzamiento (Quedou, Wirquin y Bokhoree 2021).
- **Módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>):** Ensayo donde se observa la deformación elástica del concreto (Mounika, Baskar y Sri Kalyana Rama 2022).
- **Variación de las propiedades mecánicas:** Proceso por el cual se realiza la comparación a través del concreto patrón (grupo control) y el concreto con adición de materiales cementantes alternativos (grupo experimental), la cual serán evaluados mediante la aplicación de diferentes ensayos de resistencia.
- **Ensayo Termogravimétrico (TGA):** Es un método de análisis térmico que evalúa el comportamiento de la muestra en relación con su pérdida de masa al estar expuesto a cambios de temperatura, permitiendo obtener la temperatura en el cual la muestra comienza a presentar cambios en su estructura (Hu et al. 2021).
- **Ensayo de difracción de rayos X:** Permite obtener los componentes químicos de la muestra y la cantidad que posee por cada componente, en porcentaje de óxidos (Wu et al. 2021).
- **Análisis de espectroscopia de infrarrojo (FTIR):** Este ensayo está representado por la transmitancia vs números de ondas, en las cuales se observara con condiciones de los enlaces químicos, además se obtendrá el tipo de vibraciones y grupo funcional que presente dicha muestra (Hu et al. 2021).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Contemplará una metodología de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, ya que se hará uso de conocimientos básicos para solucionar los problemas relacionados al concreto y así mismo, constatar las hipótesis planteadas.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

El actual objeto de indagación se basará en una investigación experimental de tipo cuasiexperimental, ya que se analizará la variación de las propiedades mecánicas del concreto, en base a la comparación del concreto patrón (grupo control) y el concreto con sustitución de CCA (grupo experimental). Se sintetiza en la Figura 2.

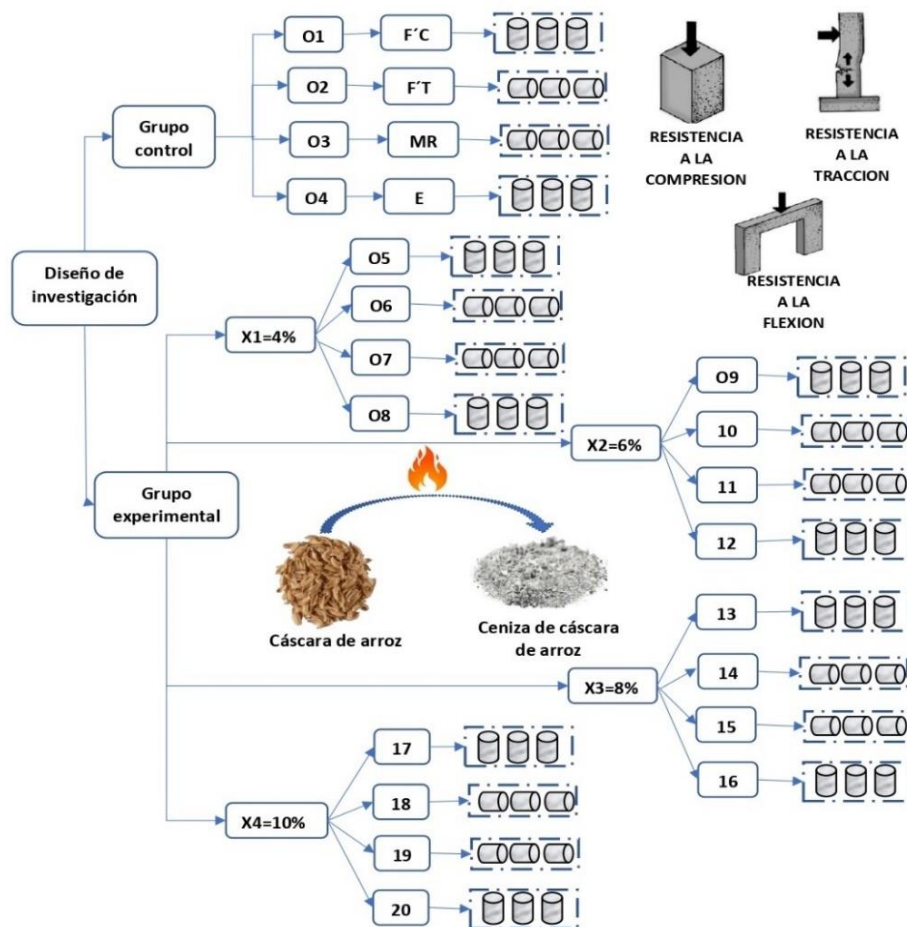


Figura 2. Esquema del diseño de investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

- **Xi:** Sustitución de un porcentaje de cemento por la CCA en la mezcla de concreto.
- **X1:** 4% CCA (1700 gr/bol. cemento)
- **X2:** 6% CCA (2550 gr/bol. cemento)
- **X3:** 8% CCA (3400 gr/bol. cemento)
- **X4:** 10% CCA (4250 gr/bol. cemento)

## 3.2. Variables y operacionalización

### 3.2.1. Variables

#### Variable Independiente

Ceniza de cáscara de arroz (CCA)

#### Variable dependiente

Propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

## 3.3. Población (criterios de selección), muestra muestreo, unidad de análisis

### 3.3.1. Población

La actual indagación tendrá una población limitada, la cual está conformada por concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> que será fabricado con cemento tipo I (Pacasmayo), Agregado grueso de la cantera Tres Tomas y agregado fino de la cantera la Victoria del departamento de Lambayeque, con adición de CCA como reemplazo parcial del cemento al 4%, 6%, 8% y 10% respectivamente.

### 3.3.2. Muestra

La muestra estará fabricada con concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y estará conformada por las cantidades que se precisa a continuación:

Tabla 3. *Distribución de la población y muestra del estudio.*

% sustitución de ceniza se cáscara de arroz	Días	Resistencia a la compresión (probetas)	Resistencia a la tracción (probetas)	Resistencia a la flexión (especímenes de viga)	Módulo de Elasticidad
0%	7 d	3	3	3	3
	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
4%	7 d	3	3	3	3
	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
6%	7 d	3	3	3	3

	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
	7 d	3	3	3	3
8%	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
	7 d	3	3	3	3
10%	14 d	3	3	3	3
	28 d	4	4	4	4
TOTAL		50	50	50	50

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3. Muestreo

No probabilístico, a conveniencia

### 3.3.4. Unidad de análisis

Será conformada por probetas cilíndricas con dimensiones de 30 cm de largo con 15 cm de diámetro para las pruebas de compresión, tracción y elasticidad y para la prueba de la resistencia a la flexión serán de sección rectangular con medidas de 15cm x 15cm y 55 cm de largo. La observación de los ensayos sobre la unidad de análisis se registrará a los 7 días, 14 días y 28 días para su correspondiente ruptura y evaluar sus resistencias.

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

Tabla 4. *Técnicas e instrumentos de la investigación.*

Técnica	Instrumento
Observación directa	Guía de observación
Observación indirecta	Ficha de resultados

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. *Ensayos y normativa que regulan su procedimiento estándar.*

<b>Ensayos</b>	<b>Norma NTP</b>	<b>Norma ASTM</b>
<b>Propiedades de los agregados</b>		
Peso Específico y Absorción del agregado grueso	NTP.400.021	-
Ensayo granulométrico	NTP.400.012	-
Peso Unitario Suelto y Compactado	NTP.400.017	-
Peso Específico y Absorción del agregado fino	NTP.400.022	-
Contenido de Humedad	NTP.339.185	-
<b>Propiedades mecánicas del concreto</b>		
Resistencia a la tracción indirecta	NTP.339.084	-
Módulo de elasticidad	-	ASTM C-469
Resistencia a la compresión	NTP.339.034	-
Resistencia a la flexión	NTP.339.078	-
<b>Ensayos microestructurales de la CCA</b>		
Difracción de rayos X (DRX)	-	ASTM C-25
Análisis de espectroscopia infrarrojo (FTIR)	-	ASTM E-1252
Análisis termogravimétrico (TGA)	-	ASTM E-1131

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.5. Procedimientos

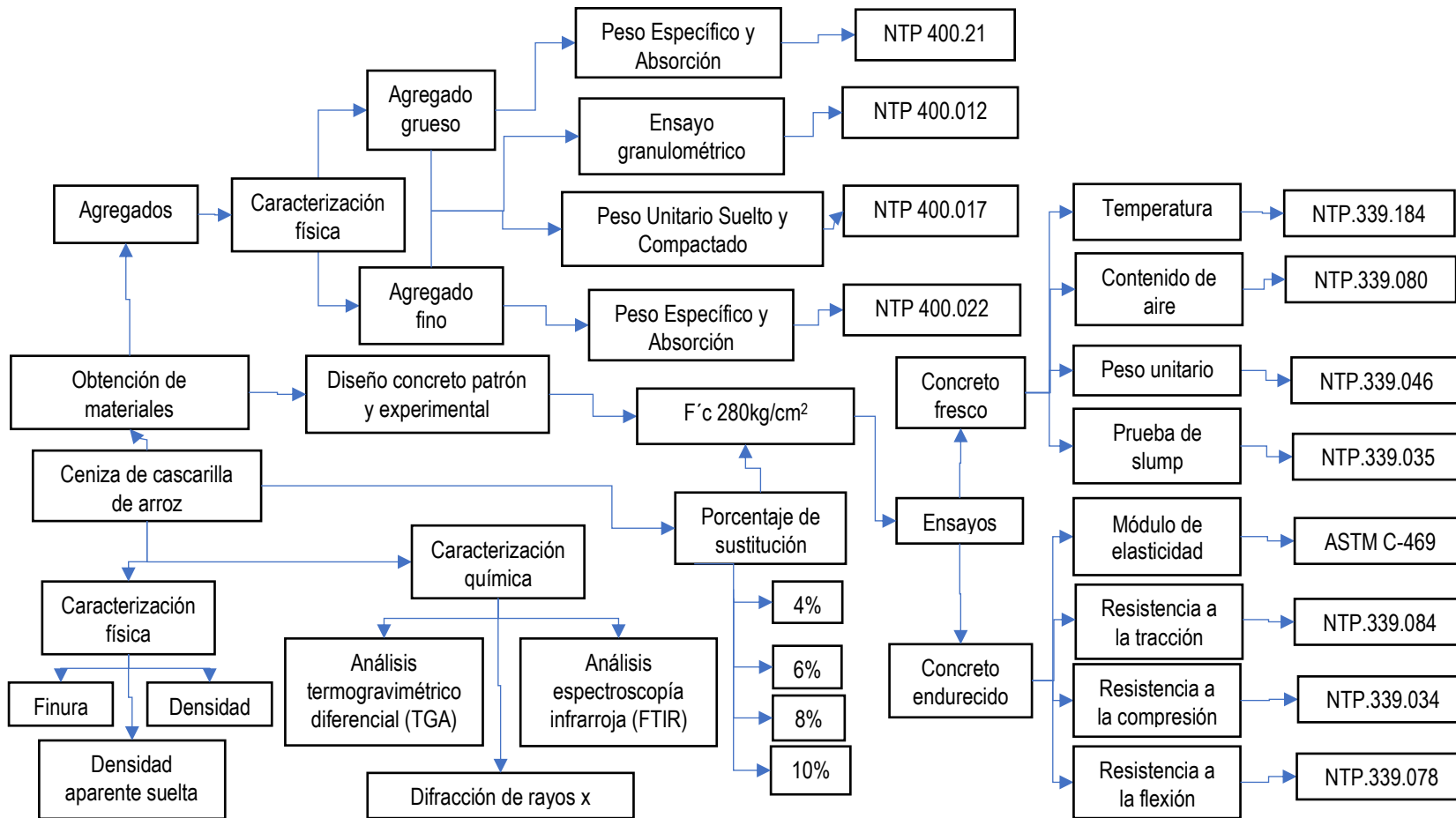


Figura 3. Esquema de ensayos y normativas a fin de la indagación.

Fuente: Elaboración propia.

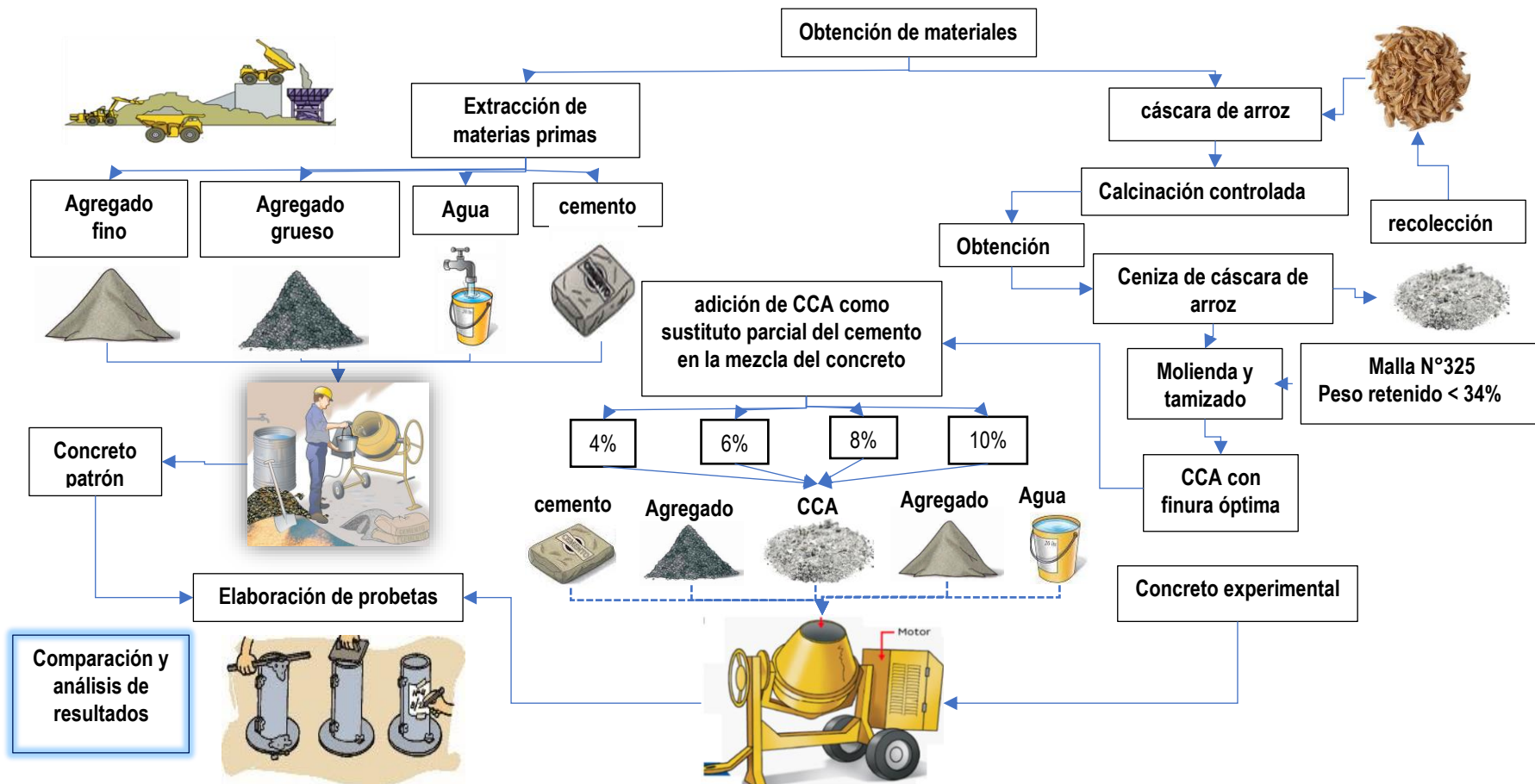


Figura 4. Proceso de la indagación.

Fuente: Elaboración propia.



### 3.6. Método de análisis de datos

El análisis estadístico de este estudio es de tipo inferencial, primeramente se analizará la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, este análisis se llevará mediante el software SPSS, luego, si los datos son normales, se realizará el análisis paramétrico o de lo contrario, se utilizará una prueba no paramétrica.

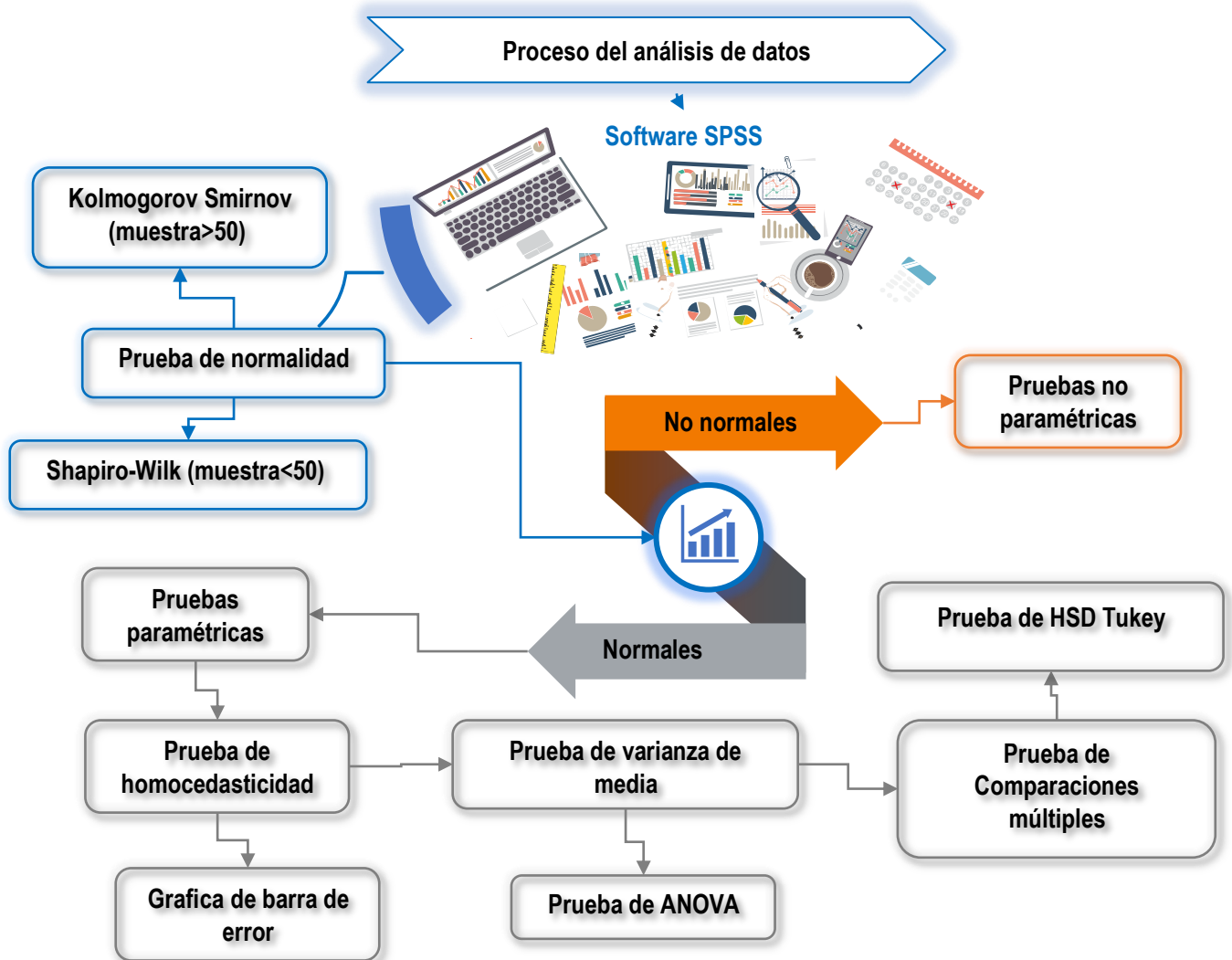


Figura 5. Proceso del análisis de datos.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.7. Aspectos éticos

La ética de la indagación se asegura de acuerdo con las reglas y principios que fomentan el cumplimiento de las pautas constituidas en el código de ética de la UCV, la cual se resumen a continuación:

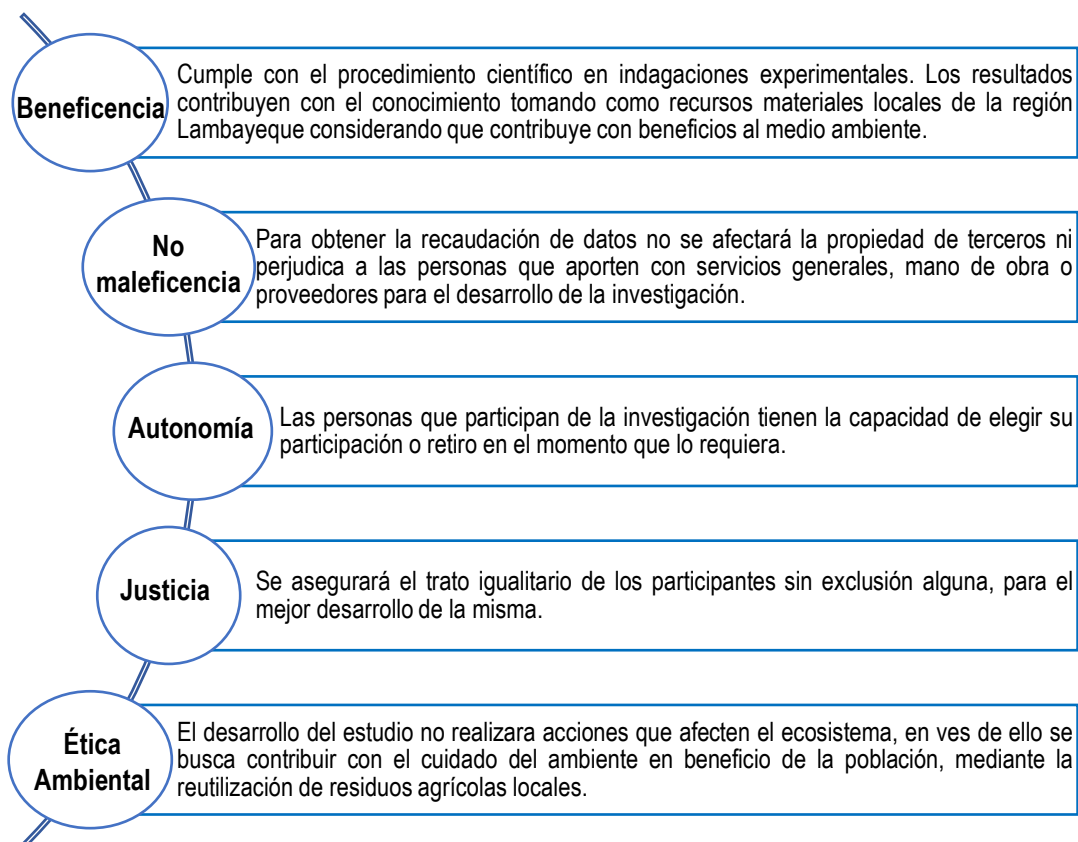


Figura 6. Aspectos éticos del estudio.

Fuente: Elaboración Propia.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados OE 1

#### 4.1.1. Características Físicas de la CCA

Tabla 6. *Características físicas de la CCA.*

Descripción	Normativa	Resultados
<u>Pérdida por calcinación</u>		
T (°C)	$W_{CCA}/W_{CA}$ (%)	% pérdida de masa
430°	20.56	79.44
500°	16.04	83.96
600°	12.47	87.53
800°	13.38	86.62
900°	11.89	88.11
Finura	NTP 334.045	30.41%
<u>Densidad</u>		
Cemento Pacasmayo (TIPO I)	NTP 334.005	3.12 gr/cm <sup>3</sup>
CCA		2.23 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad Aparente suelta	NTP 334.168.	0.446 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	NTP 334.127	1.55%
<u>Índice de actividad puzolánico</u>		
7 días		78%
28 días	NTP 334.066	84%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 se resumen los principales resultados de las propiedades físicas de la CCA. la cual resaltan; la finura y el índice puzolánico, estos son componentes cruciales que influye en su comportamiento cementante, por ello se realizó el proceso de la molienda, obteniendo características similares a la del cemento, y logrando resultados satisfactorios que cumplen con las exigencias de las normas.

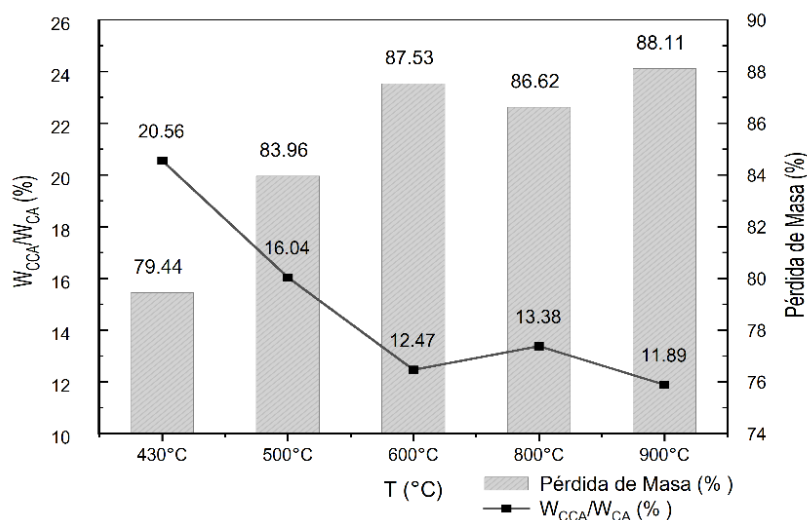


Figura 7. Relación de la  $W_{CCA}/W_{CA}$  y la Pérdida de masa.

Fuente: Elaboración propia.

La pérdida de masa es causada por la descomposición térmica de la muestra, así mismo, la relación del  $W_{CCA}/W_{CA}$  se reduce en la medida en la que la temperatura se incrementa la cual se observa en la Figura 7.

#### 4.1.2. Características Químicas de la CCA

##### 4.1.2.1. Variación de Masa

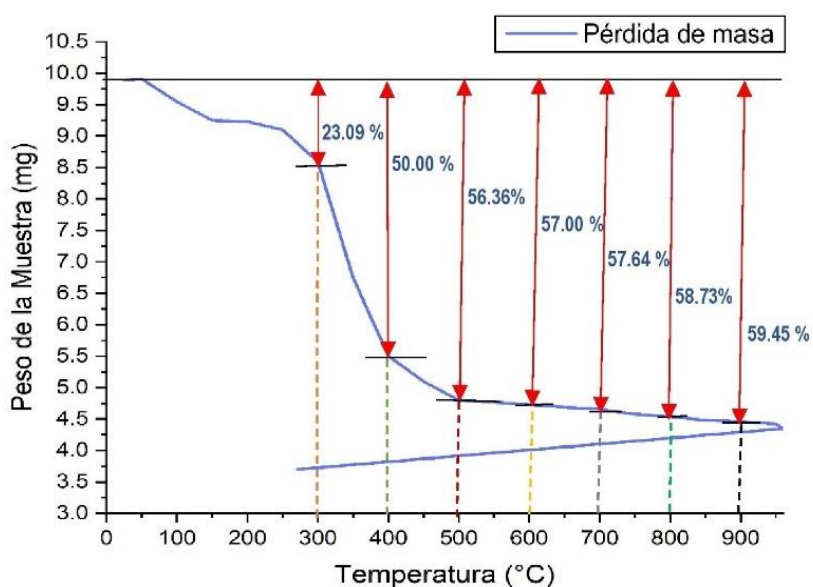


Figura 8. Variación de masa de la CA.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del laboratorio -TGA.

En el análisis termogravimétrico se observa caídas de la masa, que va desde 23.09% hasta 59.45% de su peso inicial, debido a la pérdida de componentes volátiles de la muestra durante el proceso de quemado, ello se muestra en la Figura 8.

#### 4.1.2.2. Composición Química

Tabla 7. Composición química de la CCA.

Temperatura a °C	Duración (h)	Composición química (%)										
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CuO	SO <sub>3</sub>	ZnO	MnO
430°C	3h	34.17	19.84	8.69	22.69	3.06	1.23	2.14	0.97	0.044	0.209	0.046
500°C	3h	37.96	16.79	7.03	23.11	3.44	1.85	1.96	0.71	0.054	0.162	0.037
600°C	3h	38.95	15.84	7.69	23.81	3.53	1.92	1.87	0.66	0.061	0.153	0.031
800°C	3h	46.84	18.21	4.32	15.67	2.76	1.57	0.96	0.29	0.12	0.179	0.048
900°C	3h	47.92	18.91	4.16	14.83	2.09	1.61	0.94	0.25	0.09	0.168	0.052

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del laboratorio – DFRX.

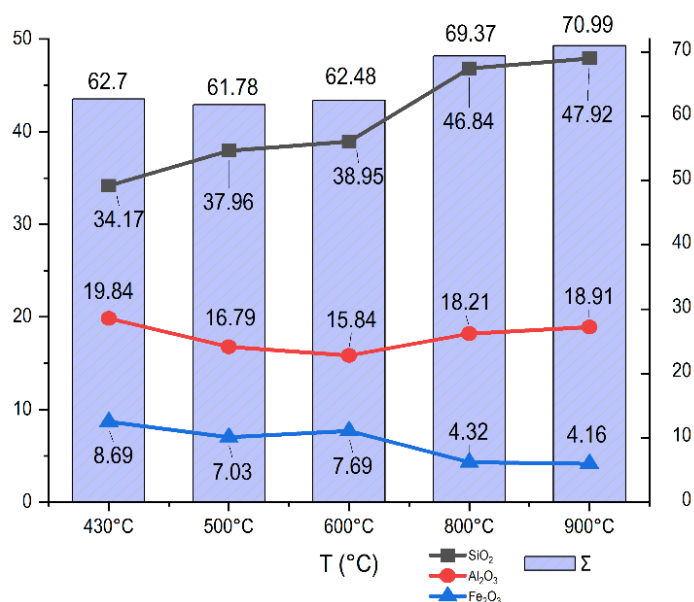


Figura 9. Suma de los principales componentes químicos de la CCA.

Fuente: Elaboración Propia a partir de los resultados del laboratorio – DFRX.

La Tabla 7, resume la composición química de la CCA a temperaturas de 430°C a 900°C con una duración de 3 horas, siendo el óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), óxido ferroso (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y óxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), los componentes con mayor importancia. Así mismo, en la Figura 9, se observa que a 900°C presenta valores óptimos para ser

utilizado como puzolana, obteniendo que la suma de sus principales óxidos, superan el 70%, garantizando así una buena interacción entre la ceniza y el cemento durante el proceso de hidratación, formando compuestos cementantes.

#### 4.1.2.3. Transmitancia

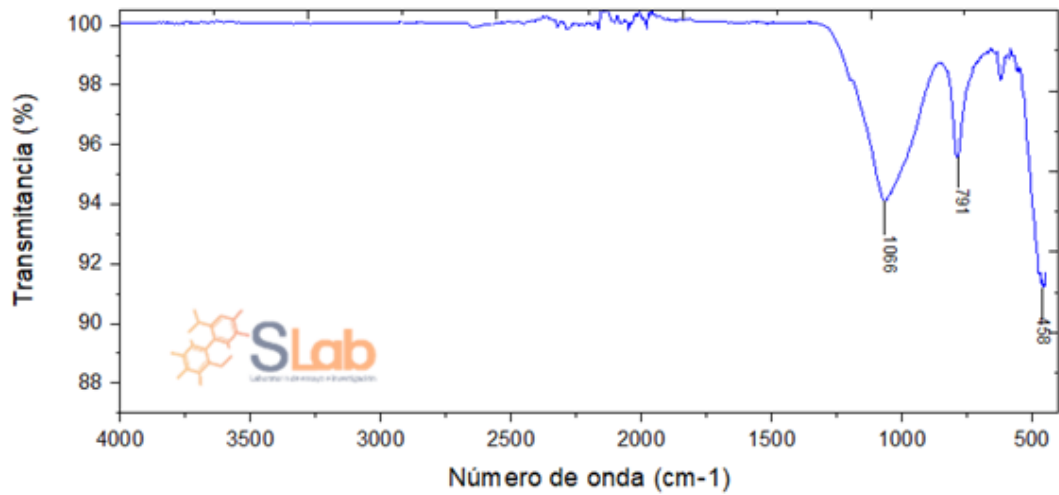


Figura 10. Barrido espectral FTIR de la CCA.

Fuente: Elaborado por el laboratorio Slab – FTIR.

En la Figura 10, se muestra la transformación Infrarroja de la CCA, en la cual aparecen bandas de vibración de deformación de (480 – 440) cm<sup>-1</sup>, presentando picos característicos del enlace Si-O y una estructura amorfa en su composición, la cual es indicador de que presenta un alto contenido de sílice reactiva.

## 4.2. Resultados OE 2

### 4.2.1. Propiedades mecánicas del concreto

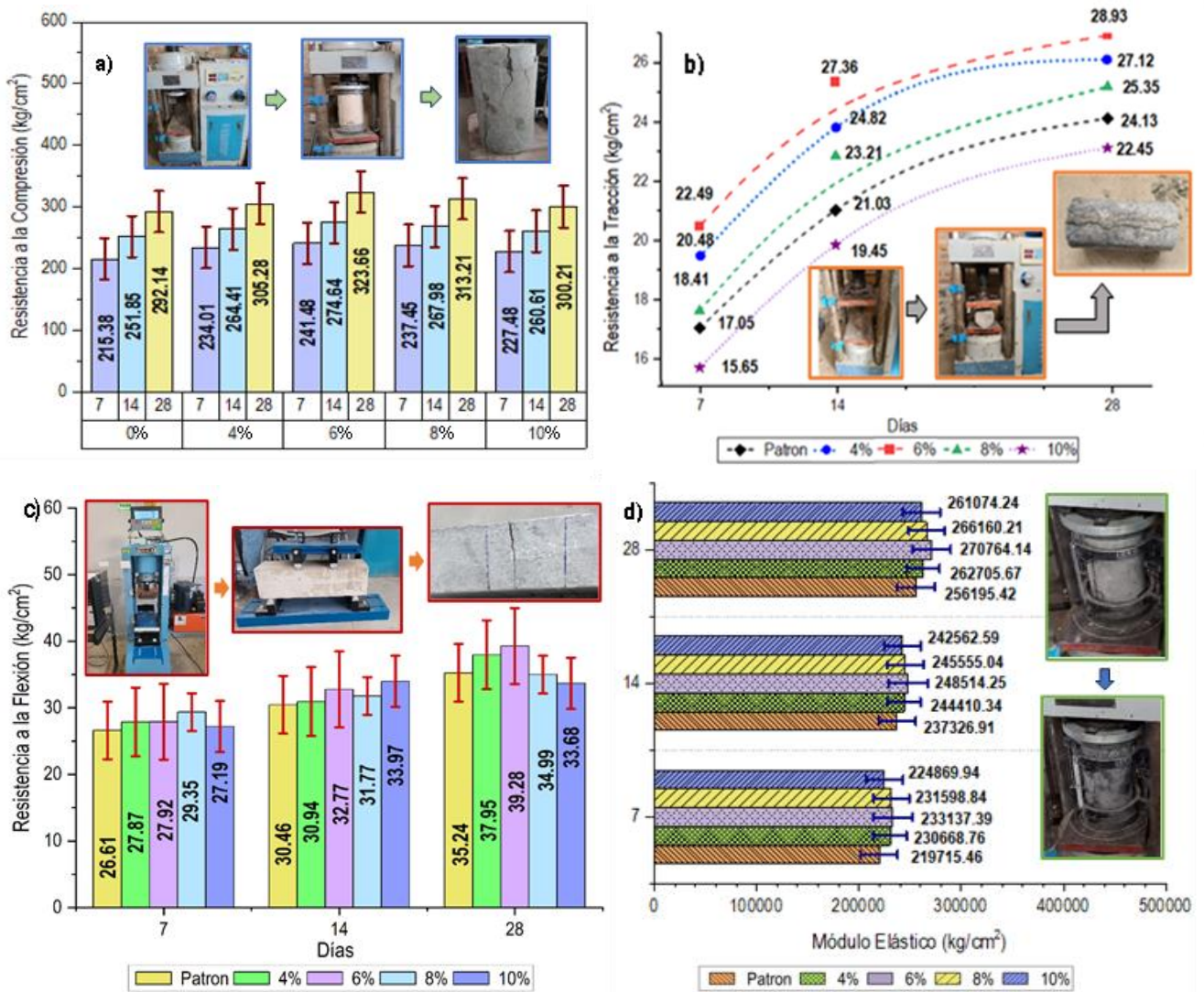


Figura 11. Propiedades mecánicas del concreto patrón y experimental.

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Resistencia; (a) Compresión, (b) Flexión, (c) Tracción y (d) Módulo Elástico

La Figura 11, resume la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto patrón y de las sustituciones, en donde se sustituyeron porcentajes de 4%, 6%, 8% y 10% de cemento por la CCA, donde las resistencias de la: (a) compresión, (b) tracción, (c) flexión y (d) módulo elástico obtuvieron como porcentaje óptimo al 6%, superando al concreto patrón. Estos resultados se deben al efecto puzolánico

que presenta la CCA, ya que en su composición química presenta alto contenido de sílice y la presencia de alúmina y óxido de hierro, por ende contará con una buena adherencia entre la ceniza y el cemento, proporcionando una mejor resistencia.

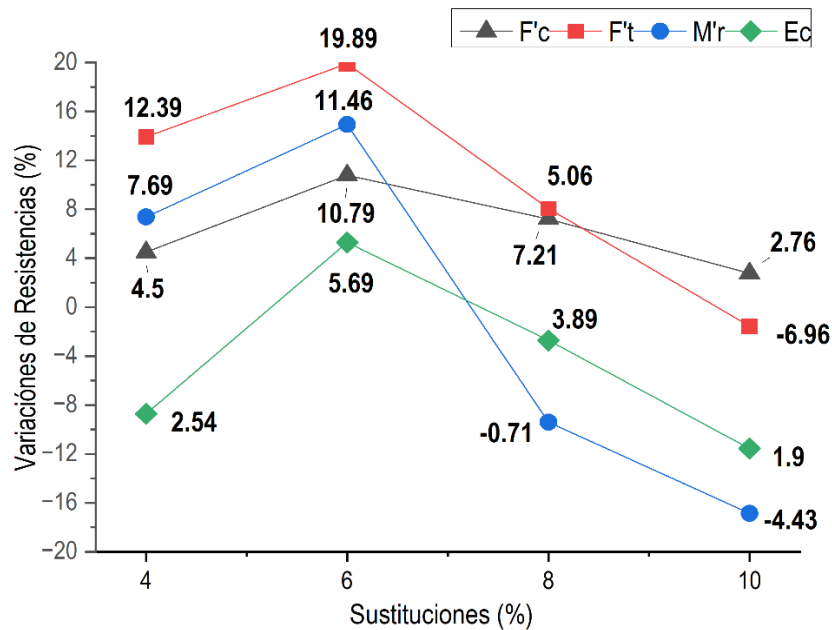


Figura 12. Variaciones de las sustituciones del concreto experimental vs patrón.

Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 12 muestra la variación porcentual de las propiedades mecánicas del concreto patrón y experimental, a los 28 días de curado. La muestra que contiene CCA al 6 % presenta un aumento en la resistencia de la compresión de 10.79%, además en la tracción fue de 19.89%, sin embargo en la flexión fue de 11.46% y en el módulo elástico tuvo un aumento de 5.69%, asimismo se logró evidenciar que al superar el 6% de sustitución la variación entre los resultados llegaba a disminuir notoriamente, llegando hasta obtener valores negativos.



### 4.3. Resultados OE 3

El porcentaje óptimo se obtiene mediante la evaluación de las propiedades mecánicas, pero cabe recalcar que también se puede verificar mediante una prueba estadística la cual se detalla a continuación:

#### - Resistencia a la Compresión

Tabla 8. Pruebas estadísticas de la  $f'c$  a los 28 días.

Resistencia a la Compresión a los 28 días	Pruebas Paramétricas (Sig.)		
	Normalidad Shapiro-Wilk	Homocedasticidad	Anova
	0,774	0,417	0,000

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del programa SPSS.

La muestra es  $\leq 50$  por ellos se usó la prueba de Shapiro Wilk, dando como resultado que los datos presentan una distribución normal, por ende se realizó la homocedasticidad, en la cual sus varianzas son homogéneas y así mismo la prueba ANOVA presentó diferencias significativas entre al menos dos medias, pero como existe homogeneidad de varianzas, se aplicará la prueba POST HOC de Tukey, dando como porcentaje óptimo al 6% en la resistencia a la compresión, todo ello se presenta en el **Anexo 7-1**.

#### - Resistencia a la Tracción

Tabla 9. Pruebas estadísticas de la  $f't$  a los 28 días.

Resistencia a la Tracción a los 28 días	Pruebas Paramétricas (Sig.)		
	Normalidad Shapiro-Wilk	Homocedasticidad	Anova
	0,957	0,406	0,004

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del programa SPSS.

La Tabla 9, muestra que las pruebas de normalidad y homocedasticidad tienen una significancia  $\geq 0.05$  por lo tanto los valores presentan distribución normal y una igualdad de varianzas, respecto al ANOVA presentó diferencias significativa en sus medias, pero como presenta mismo tamaño de grupo, se aplicará la prueba POST HOC de Tukey, donde se realizó la comparaciones de las sustituciones dando como resultado que el 6% es el porcentaje óptimo y mejora la resistencia a la tracción, todo ello se muestra en el **Anexo 7-2**.

- **Resistencia a la Flexión**

Tabla 10. *Pruebas estadísticas de la M'r a los 28 días.*

Resistencia a la Tracción a los 28 días	Pruebas Paramétricas (Sig.)		
	Normalidad Shapiro-Wilk	Homocedasticidad	Anova
	0,407	0,455	0,008

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del programa SPSS.

La muestra es  $\leq 50$  por ellos se usó la prueba de Shapiro Wilk, dando como resultado que los datos presentan una distribución normal, por ende se realizó la homocedasticidad, en la cual sus varianzas son homogéneas y así mismo la prueba ANOVA presentó diferencias significativas entre al menos dos medias, pero como existe homogeneidad de varianzas, se aplicará la prueba POST HOC de Tukey, dando como porcentaje óptimo al 6% en la resistencia a la flexión, todo ello se presenta en el **Anexo 7-3**.

- **Módulo Elástico**

Tabla 11. *Pruebas estadísticas del Ec a los 28 días.*

Módulo Elástico a los 28 días	Pruebas Paramétricas (Sig.)	
	Normalidad Shapiro-Wilk	Homocedasticidad
	0,426	0,037

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del programa SPSS.

Se realizo la prueba de Shapiro Wilk. A nivel de significancia del 5%; existiendo evidencia suficiente que los datos se distribuyen como una normal a los 28 días , por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad, demostrando la heterogeneidad de varianza por ende se aplicará la prueba de Games-Howell. Donde se realizó la comparación de los porcentajes dando como óptimo en el módulo elástico el 6%, todo ello se explica de forma detallada en el **Anexo 7-4**.

## V. DISCUSIÓN

La Tabla 6 muestra los resultados de las principales características físicas de la CCA. La finura es una de las características más importantes de la puzolana, la cual se obtuvo mediante el ensayo de la malla #325, alcanzando un valor de 30.41% para la muestra de CCA que fue sometida a un proceso de molienda por 30 min, siendo este valor mayor a lo hallado por (Beltrán y Ccama, 2017): 14% con una duración de 2h 30min, esta diferencia de valores se debe al tiempo de duración de la molienda, asimismo esta característica cumple un rol fundamental en la actividad puzolánica de la CCA, la cual se obtuvo un valor de 84%, mientras que (Beltrán y Ccama, 2017): 76% y (Dharmaraj et al. 2023): 97%, estos resultados corroboran la efectividad de la CCA para ser usado como puzolana, llegando a reaccionar con el cemento y el agua, durante la mezcla del concreto. La CCA presenta una densidad de 2.23 gr/cm<sup>3</sup>, siendo este valor cercano a lo obtenido por (Alyami et al. 2023): 2.28 gr/cm<sup>3</sup>, (Jayaraman et al. 2023): 2.30 gr/cm<sup>3</sup> y (Quispe, 2018) :2.14gr/cm<sup>3</sup>, además presentó una pérdida de calcinación de 77.37%, a diferencia de lo hallado que es de 88.11%, esta discrepancia se debe a las distintas temperaturas y tiempos de calcinación que fue sometida la CA.

Respecto a la composición química de la CCA, se observa en la Tabla 7, que el componente más predominante es el óxido de sílice, con un valor de 40.99%, la cual fue obtenida en la incineración de la CA a 900°C por 3h, siendo este valor menor a 92.99%, obtenida a 800°C (Wang et al. 2022), mientras que (Althoey et al. 2022): 91.7% de SiO<sub>2</sub> a 700°C, asimismo (Hu, He y Zhang, 2020) y (Taiwo et al. 2022), obtuvieron 85.77% y 95.99% a 650°C, respectivamente, a diferencia de (Liu, Zhang, Liu, Zhu, et al. 2022) y (Nassar et al. 2022), adquirieron 92.08% y 91.14% a 600°C, por el contrario (Al-Alwan et al. 2022): 83.10% de SiO<sub>2</sub> a 550°C, (Quispe, 2018): 82.88% a 500°C, todos ellos calcinaron la CA proveniente de China durante 2h. China implementa la fertilización de a fin de mejorar la calidad de sus suelos, ello se ve reflejado en el alto contenido de sílice que contiene la cáscara de arroz, llegando a superar el 90% de su composición, mientras que la CA del presente estudio presenta un contenido de sílice menor, ello puede atribuirse a la falta de conservación del suelo por parte del sector agrícola, ya que la planta absorbe propiedades del suelo. Asimismo, tanto el tiempo y la temperatura de incineración

son factores influyentes en los componentes químicos de la CCA, de acuerdo a los autores antes mencionados se destaca que deberían estar entre rangos de 500°C a 900°C durante 2h a 3h.

En la Figura 13, reúne los principales resultados de investigadores nacionales como contraste gráfico con lo de la presente investigación, se muestra que la suma de los principales componentes químicos supera el 70% que establece la norma ASTM C-168, por ende proporciona un mejor desempeño en la elaboración del concreto, con el fin de asegurar la calidad y la reactividad puzolánica de las cenizas.

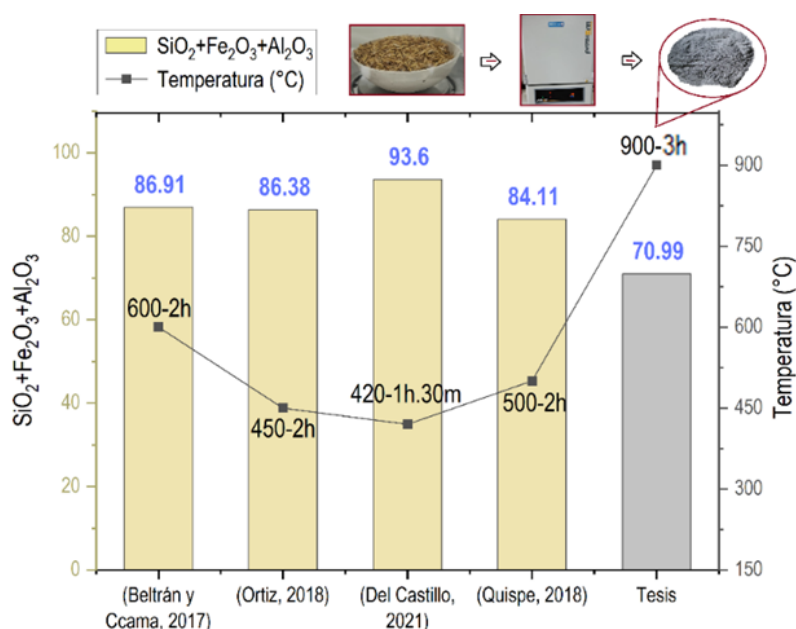


Figura 13. Comparación química de antecedentes con el presente estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la Figura 11-a y Figura 12, muestran los resultados de la resistencia a la compresión y sus variaciones en referencia al porcentaje de sustitución del cemento por la CCA, destacando como porcentaje óptimo el 6%, presentando una resistencia de 323.66 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, al aumentar el porcentaje de reemplazo la resistencia tiende a disminuir notoriamente. Los resultados obtenidos presentan una similitud con respecto al porcentaje óptimo hallado por (Jaime Huertas y Portocarrero Regalado, 2018), donde obtuvieron su f'c patrón de 184 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, y al usar al CCA al 8% su resistencia incrementa a 231 kg/cm<sup>2</sup>. Respecto a los autores (Montero, 2019), (Córdova y González, 2021) y (Quispe,

2018) sus resistencia a los 28 días son de 283.81 kg/cm<sup>2</sup>, 215.47 kg/cm<sup>2</sup> y 227.67 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, donde concluyeron que el porcentaje óptimo de sustitución es el 10%, así mismo (Beltrán y Ccama, 2017), obtuvieron un patrón de 833.04 kg/cm<sup>2</sup> y al usar el 20% de CCA llega a aumentar a 866.74 kg/cm<sup>2</sup>. La reducción de la resistencia al aumentar el porcentaje de sustitución, puede deberse a que solo usar el 6% de CCA, reaccionaria con todo Ca(OH)<sub>2</sub>, ya no siendo necesario agregar más porcentaje de ceniza, ya que el contenido de Ca(OH)<sub>2</sub> no se daría abasto para reaccionar con la ceniza excedente, ocasionado pérdidas de resistencia. En la Figura 14 se detalla las variaciones del F'c de estudios previos, reflejándose que la sustitución de cemento por CCA llega a mejorar la resistencia en concretos convencionales y de alta resistencia.

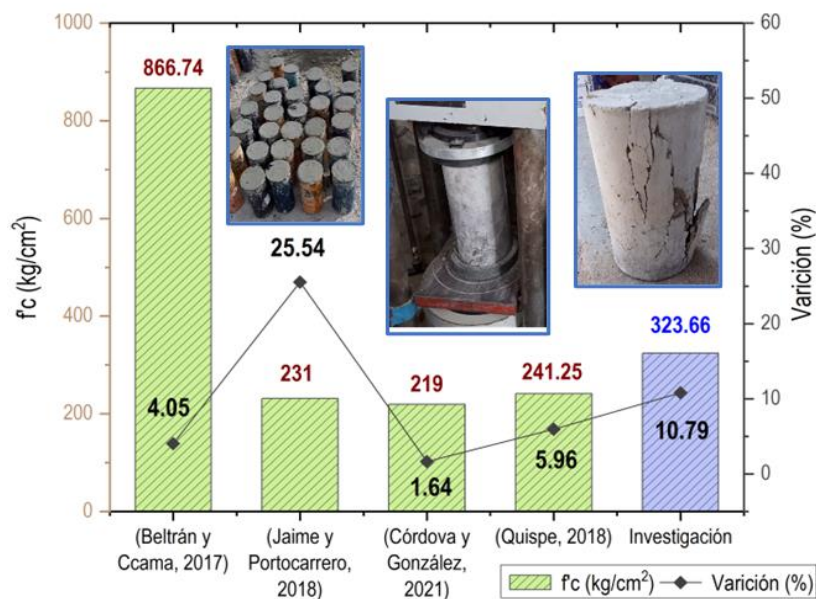


Figura 14. Comparación del F'c de antecedentes nacionales.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, cabe mencionar que existen estudios previos que realizaron la combinación de la CCA con cenizas derivadas de otros subproductos, en las cuales tenemos a (Mori Gonzales, 2019) y (Ortiz, 2018) quienes mezclaron la CCA con la ceniza de concha de abanico, en donde presentaron resultados negativos, siendo -1.29% y -13.87%, respectivamente, asimismo (Cerna, 2018), utilizó la ceniza de ceniza de carbón en porcentaje de (15%CC + 5%CCA), llegando a incrementar en un 20% la resistencia a la compresión, del mismo modo (Del Castillo, 2021),

aumento la resistencia del concreto en un 35.34% al sustituir el cemento por ceniza de almeja y CCA, por el contrario (Amasifuen y Romero, 2021) quien utilizó la combinación de 0.5% de cenizas de coco + 0.5% CCA, produjo un efecto negativo en el concreto, llegando a disminuir su resistencia en un -7.98%.

La Figura 11-b y Figura 12 muestra el efecto de la CCA que presenta en el concreto, referente a la resistencia a la tracción. Se evidencia que la muestra con 6% de CCA presentó mejores resultados, obteniendo una  $f_t$  de 28.93 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. Para los autores (Dominguez y Fernández, 2020) y (Ccopa, 2019) sus resistencias a los 28 días son de 29.02 kg/cm<sup>2</sup>, y 25.30 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, donde concluyeron que el porcentaje óptimo de sustitución es el 5%, llegando a aumentar sus resistencias en 6.96% y 9.09%. En cambio para (Liu, Zhang, Liu, Zhu, et al., 2022), obtuvo un porcentaje óptimo de sustitución del 10%, ya que al pasar este porcentaje su resistencia tiende a disminuir lentamente. El aumento de la resistencia probablemente se deba a que la CCA es un material puzolánico con un contenido de sílice reactivo, produciendo una reacción química con el cemento en la mezcla y así logrando mejorar la resistencia a la tracción del concreto.

La Figura 11-c y Figura 12 presenta los resultados de la influencia de la CCA en la resistencia a la flexión del concreto obtenidos a los 7,14 y 28 días de edad, los valores muestran que el porcentaje optimo de sustitución es el 6%, obteniendo una  $M_r$  de 39.28 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, incrementando la resistencia en 11.46%, estos resultados se asemejan a los obtenidos por (Vargas, 2023), en el que aumentaron la resistencia del concreto en un 3.78%, con un porcentaje óptimo de 7.5%, mientras que (Dominguez y Fernández, 2020), obtuvo una  $M_r$  de 53.54, superando al concreto patrón en un 8.49%, con un porcentaje óptimo del 5% de CCA, por el contrario (Orchesi, 2019), quien realizó su estudio con porcentajes de sustitución de combinaciones como (3% Roca de esquisto + 5% CCA) y (5% Roca de esquisto + 7% CCA), en donde presentaron resultados negativos, disminuyendo la resistencia del concreto en un -22.37% y -7.89, respectivamente.

Con respecto al módulo elástico se evaluaron diferentes muestras, la cual se observa en la Figura 11-d, asimismo en la Figura 12 se resume sus variaciones porcentuales. Esta propiedad evalúa la resistencia del concreto a la deformación. Los resultados muestran que la adición de CCA al concreto provoca variaciones en

el módulo elástico, superando el valor del concreto convencional. Se determinó que el porcentaje óptimo de sustitución es el 6%, llegando a incrementar la resistencia en un 5.69%, además, se observa que el módulo de elasticidad va disminuyendo a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución, siendo este resultado similar a lo obtenido por (Vargas, 2023) quien aumentó la resistencia del concreto en un 6.73%, con un porcentaje óptimo de 7.5%, por el contrario (Montero Flores, 2019), quien realizó su estudio con porcentajes de sustitución del 10%,15% y 20%, concluyó que el porcentaje óptimo es el 10% de CCA, superando al concreto patrón en un 29.64%. Sin embargo, para (Beltrán y Ccama, 2017) su porcentaje óptimo es el 30%. Este aumento puede atribuirse al contenido de sílice de la CCA, la cual, al reaccionar con el hidróxido de calcio, reduce los espacios porosos del concreto, originando que sea más rígido y aumenta su resistencia. La Figura 15 , muestra las variaciones de las resistencias obtenidas por los investigadores antes mencionados en comparación a su muestra control, asimismo se realiza un contraste con la fórmula del artículo 8.5 de la E060-2019.

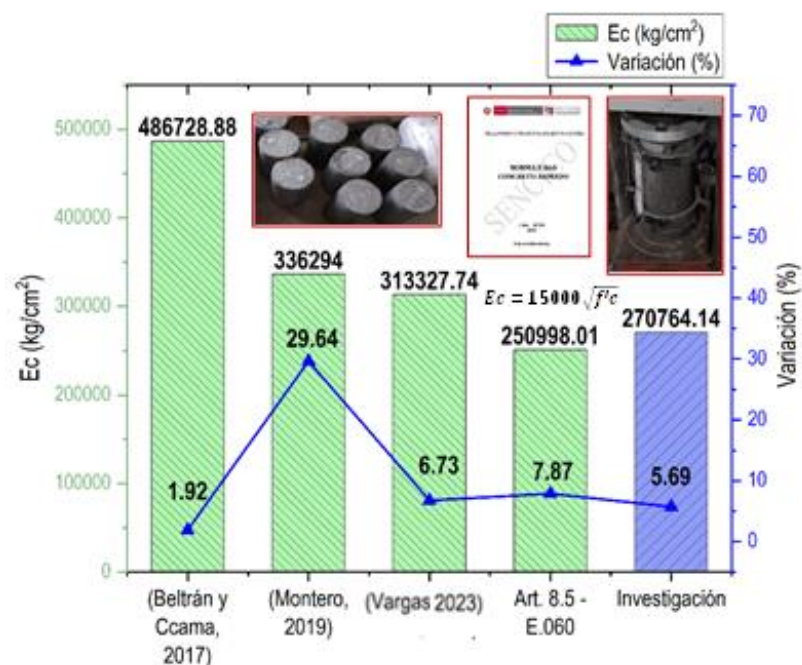


Figura 15. Comparación del Ec de antecedentes nacionales.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al proceso de análisis de datos se les aplicó a los valores obtenidos de los ensayos de la resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo elástico a los 28 días, la cuales fueron sometidas a la prueba de normalidad teniendo significancias  $\geq 0.05$ , es decir, presentan una distribución normal en sus datos, por ende se procederá a emplear las pruebas paramétricas, realizándose la prueba de homocedasticidad donde la compresión, tracción y flexión mostrando una significancia de 0.417, 0.406 y 0.455 siendo estos  $\geq 0.05$ , por lo tanto tienen varianzas homogéneas, por consiguiente se les ejecutó el análisis de varianzas (ANOVA) presentando variaciones significativas entre al menos dos medias ya que su sig.  $\leq 0.05$ , como se tiene el mismo tamaño de grupo, se aplicará la prueba POST HOC de Tukey, dando como porcentaje óptimo al 6%. Para el módulo elástico muestra una significancia de homocedasticidad de 0.037 siendo  $\leq 0.05$ , demostrando heterogeneidad de varianzas, por ello se aplicó la prueba de Games-Howell, donde el porcentaje que sobresale a diferencias de los demás es el 6%.



## VI. CONCLUSIONES

- Se concluye, que la ceniza de cáscara de arroz usado como sustituto parcial del cemento presenta una adherencia adecuada en la mezcla, de tal manera que mejora las propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el porcentaje óptimo de sustitución el 6%.
- Se concluye, que la temperatura óptima de calcinación de la cascarilla de arroz de origen local es a 900°C por un tiempo de 3 horas, llegando a obtener en su composición química  $SiO_2+Fe_2O_3+Al_2O_3=70.99\%$  y una finura de 30.41% de retenido en la malla N°325 de 45 $\mu$ m, estas características químicas y físicas lo clasifican como puzolana tipo F, según la norma ASTM, siendo aptas para su uso en la elaboración de concreto.
- Se concluye, que la sustitución de cemento por CCA, llega a mejorar las propiedades mecánicas del concreto, siendo el porcentaje óptimo el 6%, llegando a incrementar la  $f'c$ ,  $f_t$ ,  $M' r$  y  $E_c$  en un 10.79%, 19.89%, 11.46%, 5.69% respectivamente, para mayores valores experimentales de 8%, 10% de sustitución la resistencia tiende a disminuir.
- Se concluye, que mediante la evaluación del análisis estadístico, se observa una diferencia significativa entre las medias de los valores de las resistencias del concreto patrón y experimental observadas a los 28 días, demostrándose una mejora en las propiedades mecánicas del concreto al sustituir parcialmente el cemento por la CCA, donde el porcentaje óptimo de sustitución es el 6%.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar las propiedades mecánicas del concreto al sustituir parcialmente el cemento por cenizas de otros subproductos agroindustriales, tales como: la mazorca de maíz, la cáscara de café, bagazo de caña de azúcar, de tal manera promover una construcción sostenible.
- Se recomienda aumentar el tiempo de molienda de la ceniza de cáscara de arroz a 1h, posterior a ello realizar el proceso de tamizado, a fin de obtener partículas de cenizas más finas, asimismo se sugiere llevar a cabo el ensayo de superficie específica de tal manera obtener la finura de la CCA.
- Se recomienda analizar la durabilidad del concreto con ceniza de cáscara de arroz, frente al ataque de sulfatos, debido a que estudios previos recomiendan el uso de este concreto ecológico frente a ambientes húmedos.
- Se recomienda para estudios futuros usar valores de sustituciones entre el rango de 5% y 12% de CCA en concretos convencionales, también evaluar las propiedades mecánicas con tiempos de curado mayores a 28 días, como 56 y 90 días, a fin de evaluar la durabilidad del concreto con la sustitución de la CCA.

## REFERENCIAS

- ABOLHASANI, A., SAMALI, B. y ASLANI, F., 2022. Rice Husk Ash Incorporation in Calcium Aluminate Cement Concrete: Life Cycle Assessment, Hydration and Strength Development. *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 2. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su14021012.
- ADHIKARY, S.K., ASHISH, D.K. y RUDŽIONIS, Ž., 2022. A review on sustainable use of agricultural straw and husk biomass ashes: Transitioning towards low carbon economy. *Science of the Total Environment*, vol. 838, no. May. ISSN 18791026. DOI 10.1016/j.scitotenv.2022.156407.
- AGWA, I.S., ZEYAD, A.M., TAYEH, B.A. y AMIN, M., 2022. Effect of different burning degrees of sugarcane leaf ash on the properties of ultrahigh-strength concrete. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 56, no. April, pp. 104773. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.job.2022.104773. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.104773>.
- AHSAN, M.B. y HOSSAIN, Z., 2018. Supplemental use of rice husk ash (RHA) as a cementitious material in concrete industry. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 178, pp. 1-9. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2018.05.101. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.101>.
- AL-ALWAN, A.A.K., AL-BAZOOK, M., I.MUSSA, F., ALALWAN, H.A., HATEM SHADHAR, M., MOHAMMED, M.M. y MOHAMMED, M.F., 2022. The impact of using rice husk ash as a replacement material in concrete: An experimental study. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences* [en línea], no. xxxx, pp. 0-6. ISSN 10183639. DOI 10.1016/j.jksues.2022.03.002. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2022.03.002>.
- ALTHOEY, F., ZAID, O., DE-PRADO-GIL, J., PALENCIA, C., ALI, E., HAKEEM, I. y MARTÍNEZ-GARCÍA, R., 2022. Impact of sulfate activation of rice husk ash on the performance of high strength steel fiber reinforced recycled aggregate concrete. *Journal of Building Engineering*, vol. 54, no. April, pp. 104610. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.job.2022.104610.

- ALYAMI, M., HAKEEM, I.Y., AMIN, M., ZEYAD, A.M., TAYEH, B.A. y AGWA, I.S., 2023. Effect of agricultural olive, rice husk and sugarcane leaf waste ashes on sustainable ultra-high-performance concrete. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 72, no. April, pp. 106689. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.jobbe.2023.106689. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106689>.
- AMASIFUEN PASHANASI, R.E. y ROMERO LOPEZ, J., 2021. Diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión, San Martín – 2020. [en línea], pp. 1-79. Disponible en: [http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1649/AMASIFUEN\\_PASHANASI\\_ROMER\\_ELDER\\_Y\\_ROMERO\\_LOPEZ\\_JESABEL\\_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1649/AMASIFUEN_PASHANASI_ROMER_ELDER_Y_ROMERO_LOPEZ_JESABEL_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- ANDRADE NETO, J. da S., DE FRANÇA, M.J.S., AMORIM JÚNIOR, N.S. de y RIBEIRO, D.V., 2021. Effects of adding sugarcane bagasse ash on the properties and durability of concrete. *Construction and Building Materials*, vol. 266. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.120959.
- ASFAW, F.B., HARERU, W.K. y GHEBRAB, T., 2022. Physical and Chemical Characterization of Coffee Husk Ash Effect on Partial Replacement of Cement in Concrete Production. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology*, vol. 13, no. 1, pp. 167-184. ISSN 26007959. DOI 10.30880/ijscet.2022.13.01.016.
- BELTRÁN, K. y CCAMA, F., 2017. «Análisis Comparativo De Concretos Adicionados Con Puzolanas Artificiales De Ceniza De Cascarilla De Arroz (Cca), Fly Ash Y Puzolana Natural» Para Optar El Título Profesional De Ingeniero Civil. ,
- CASTILLO PISCOYA, G.E., CHAVARRY KOOSI, J.C., PERALTA PANTA, J.K. y MUÑOZ PÉREZ, S.P., 2021. Uso de residuos agroindustriales en las propiedades mecánicas del concreto: Una revisión literaria. *Revista Ingeniería*, vol. 5, no. 13, pp. 123-142. DOI 10.33996/revistaingenieria.v5i13.86.
- CCOPA, R., 2019. Estudio técnico económico de la fabricación de bloques de

concreto incorporando ceniza de cáscara de arroz. [en línea], pp. 1-49. Disponible en: [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2461/Roxana Ccopa\\_Trabajo de Investigacion\\_Bachiller\\_2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2461/Roxana_Ccopa_Trabajo_Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=3&isAllowed=y).

CERNA, A., 2018. UNIVERSIDAD SAN PEDRO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL “ R esistencia del concreto sustituyendo el cemento por cenizas de cáscara de arroz y cenizas de carbón ” Tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil Autor : Cerna Miranda , Car. ,

CÓRDOVA, E. y GONZÁLEZ, A., 2021. FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA 01 Facultad de Ingeniería y Arquitectura. *Universidad Andina del Cusco* [en línea], pp. 1-118. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

DEL CASTILLO MORALES, A.J., 2021. *Obtención de concreto f'c= 280 kg/cm2 al sustituir al cemento con ceniza de cascara de arroz y donax sp* [en línea]. S.I.: s.n. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/71578>.

DHARMARAJ, R., DINESH, M., SAMPATHKUMAR, S., HARIPPRASATH, M. y CHANDRAPRAKASH, V., 2023. High performance concrete using rice husk ash. *Materials Today: Proceedings* [en línea], no. xxxx. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2023.04.104. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.104>.

DOMINGUEZ, M. y FERNÁNDEZ, C., 2020. Facultad De Ingeniería Y Arquitectura. *Google Academico* [en línea], vol. 6, pp. 1-71. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50737/Cusma\\_GM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50737/Cusma_GM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

GEDEFW, A., WORKU YIFRU, B., ENDALE, S.A., HABTEGEBREAL, B.T. y YEHWALAW, M.D., 2022. Experimental Investigation on the Effects of Coffee Husk Ash as Partial Replacement of Cement on Concrete Properties. *Advances in Materials Science and Engineering*, vol. 2022. ISSN 16878442. DOI 10.1155/2022/4175460.

- HAKEEM, I.Y., AMIN, M., ZEYAD, A.M., TAYEH, B.A., MAGLAD, A.M. y SAAD, I., 2022. Effects of nano sized sesame stalk and rice straw ashes on high-strength concrete properties. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 370, no. July, pp. 133542. ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/j.jclepro.2022.133542. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133542>.
- HU, L., HE, Z., SHAO, Y., CAI, X. y ZHANG, S., 2021. Microstructure and properties of sustainable cement-based materials using combustion treated rice husk ash. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 294, pp. 123482. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.123482. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123482>.
- HU, L., HE, Z. y ZHANG, S., 2020. Sustainable use of rice husk ash in cement-based materials: Environmental evaluation and performance improvement. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 264, pp. 121744. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.121744. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121744>.
- JAIME HUERTAS, M.Á. y PORTOCARRERO REGALADO, L.A., 2018. Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018. [en línea], pp. 157. Disponible en: [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13593/Jaime Huertas Miguel Angel - Portocarrero Regalado Luis Alberto.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/13593/Jaime_Huertas_Miguel_Angel_-_Portocarrero_Regalado_Luis_Alberto.pdf?sequence=4&isAllowed=y).
- JAYARAMAN, A., VASUDEVAN, M., ARAVIND, R., KEERTHIKA, M. y PRAKASH, J.H., 2023. Materials Today : Proceedings Optimization of partial replacement of cement by silica fume and rice husk ash for sustainable concrete. *Materials Today: Proceedings* [en línea], no. xxxx. ISSN 2214-7853. DOI 10.1016/j.matpr.2023.05.598. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.598>.
- LI, Y., CHAI, J., WANG, R., ZHANG, X. y SI, Z., 2022. Utilization of sugarcane bagasse ash (SCBA) in construction technology: A state-of-the-art review. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 56, no. May, pp. 104774. ISSN

23527102. DOI 10.1016/j.job.2022.104774. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.job.2022.104774>.

LIU, C., ZHANG, W., LIU, H., LIN, X. y ZHANG, R., 2022. A compressive strength prediction model based on the hydration reaction of cement paste by rice husk ash. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 340, no. March, pp. 127841. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2022.127841. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127841>.

LIU, C., ZHANG, W., LIU, H., ZHU, C., WU, Y., HE, C. y WANG, Z., 2022. Recycled aggregate concrete with the incorporation of rice husk ash: Mechanical properties and microstructure. *Construction and Building Materials*, vol. 351, no. July, pp. 128934. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2022.128934.

MILLER, S.A., CUNNINGHAM, P.R. y HARVEY, J.T., 2019. Rice-based ash in concrete: A review of past work and potential environmental sustainability. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 146, no. December 2018, pp. 416-430. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2019.03.041. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.041>.

MOHAN, S. y P., C., 2022. Effect of Artificial Fibers and Corn Cob Ash on Mechanical Behavior of High Performance Concrete. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 31, no. 4, pp. 3713-3721. ISSN 1230-1485. DOI 10.15244/pjoes/146991.

MONTERO FLORES, S.Y., 2019. Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo. [en línea], pp. 223. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8066>.

MORI GONZALES, N., 2019. "La actividad puzolánica y su impacto en las propiedades mecánicas del concreto  $F'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, al sustituir el cemento con 15% de ceniza de concha de abanico y 5% de ceniza de cascarilla de arroz, Chimbote, 2019" [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>.

- MOUNIKA, G., BASKAR, R. y SRI KALYANA RAMA, J., 2022. Rice husk ash as a potential supplementary cementitious material in concrete solution towards sustainable construction. *Innovative Infrastructure Solutions* [en línea], vol. 7, no. 1. ISSN 23644184. DOI 10.1007/s41062-021-00643-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41062-021-00643-5>.
- NASIR, M., UR, K., SHAHZADA, K., KHAN, K., WAHAB, N. y ABDULALIM, A., 2022. Mechanical and microstructure performance and global warming potential of blended concrete containing rice husk ash and silica fume. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 346, no. July, pp. 128470. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2022.128470. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128470>.
- NASSAR, R.U.D., SINGH, N., VARSHA, S., SAI, A.R. y SUFYAN-UD-DIN, M., 2022. Strength, electrical resistivity and sulfate attack resistance of blended mortars produced with agriculture waste ashes. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 16, no. February, pp. e00944. ISSN 22145095. DOI 10.1016/j.cscm.2022.e00944. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00944>.
- ORCHESI, L., 2019. Evaluación de propiedades físico-mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo cemento con una mezcla de esquisto y cenizas de cáscaras de arroz. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], pp. 1-125. Disponible en: <https://cutt.ly/wSESy5I>.
- ORTIZ VELASQUEZ ALEXANDER, 2018. Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir el cemento con ceniza de concha de abanico y cascara de arroz en 12% en la relación 3:1. *Ucv* [en línea], pp. 358. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34805>.
- QUEDOU, P.G., WIRQUIN, E. y BOKHOREE, C., 2021. Sustainable concrete: Potency of sugarcane bagasse ash as a cementitious material in the construction industry. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 14, pp. e00545. ISSN 22145095. DOI 10.1016/j.cscm.2021.e00545. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00545>.
- QUISPE VILCA, Y., 2018. Universidad Nacional Del Altiplano Universidad Nacional



Del Altiplano. Tesis [en línea], pp. 1-168. Disponible en: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza\\_Mamani\\_Joel\\_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/7104/Molleapaza_Mamani_Joel_Neftali.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

RAHEEM, A.A. y IKOTUN, B.D., 2020. Incorporation of agricultural residues as partial substitution for cement in concrete and mortar – A review. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 31, no. April, pp. 101428. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.jobe.2020.101428. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2020.101428>.

RITHUPARNA, R., JITTIN, V. y BAHURUDEEN, A., 2021. Influence of different processing methods on the recycling potential of agro-waste ashes for sustainable cement production: A review. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 316, no. November 2020, pp. 128242. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2021.128242. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128242>.

SETAYESH GAR, P., SURESH, N. y BINDIGANAVILE, V., 2017. Sugar cane bagasse ash as a pozzolanic admixture in concrete for resistance to sustained elevated temperatures. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 153, pp. 929-936. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2017.07.107. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.07.107>.

SYAHIDA ADNAN, Z., ARIFFIN, N.F., SYED MOHSIN, S.M. y ABDUL SHUKOR LIM, N.H., 2021. Review paper: Performance of rice husk ash as a material for partial cement replacement in concrete. *Materials Today: Proceedings* [en línea], vol. 48, no. xxxx, pp. 842-848. ISSN 22147853. DOI 10.1016/j.matpr.2021.02.400. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.400>.

SYARIF, M., KIRGIZ, M.S., GALDINO, A.G. de S., NAGGAR, M.H. EI, MIRZA, J., KHATIB, J., KENAI, S., NEHDI, M., KINUTHIA, J., KHITAB, A., THOMAS, C., GOBINATH, R., HASSAN, M.I.U., WU, Y.K., ASHTEYAT, A., SOLIMAN, A., MUTHUSAMY, K., JANARDHANAN, T., TAGBOR, T.A., NGUYEN, T.A., BHEEL, N., KUMBHALKAR, M.A. y TIWARY, C.S., 2021. Development and assessment of cement and concrete made of the burning of quinary by-product.

*Journal of Materials Research and Technology*, vol. 15, pp. 3708-3721. ISSN 22387854. DOI 10.1016/j.jmrt.2021.09.140.

TAIWO, L.A., OBIANYO, I.I., OMONIYI, A.O., ONWUALU, A.P., SOBOYEJO, A.B.O. y AMU, O.O., 2022. Mechanical behaviour of composite produced with quarry dust and rice husk ash for sustainable building applications. *Case Studies in Construction Materials* [en línea], vol. 17, no. May, pp. e01157. ISSN 22145095. DOI 10.1016/j.cscm.2022.e01157. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01157>.

VARGAS, B. y JULIO, V., 2023. *Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto usando ceniza de cascarilla de arroz ( CCA ) Autor Asesor Línea de Investigación Pimentel – Perú* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: [https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11145/Vargas\\_Villafuerte\\_Julio\\_Cesar.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11145/Vargas_Villafuerte_Julio_Cesar.pdf?sequence=6&isAllowed=y).

WANG, J., FU, J., SONG, W. y ZHANG, Y., 2022. Effect of rice husk ash (RHA) dosage on pore structural and mechanical properties of cemented paste backfill. *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 17, pp. 840-851. ISSN 22387854. DOI 10.1016/j.jmrt.2022.01.044.

WU, K., HAN, H., RÖSSLER, C., XU, L. y LUDWIG, H.M., 2021. Rice hush ash as supplementary cementitious material for calcium aluminate cement – Effects on strength and hydration. *Construction and Building Materials*, vol. 302, no. June. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2021.124198.

ZUNINO, F. y LOPEZ, M., 2017. A methodology for assessing the chemical and physical potential of industrially sourced rice husk ash on strength development and early-age hydration of cement paste. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 149, pp. 869-881. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2017.05.187. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.187>.

## ANEXOS

Anexo 1. Tabla de operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Instrumento
<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Ceniza de cáscara de arroz</p>	<p>La ceniza de cáscara de arroz es el producto que se obtiene mediante la incineración del subproducto agrícola (cáscara de arroz), donde su combustión puede ser de forma controlada o incontrolada (Ahsan y Hossain 2018).</p>	<p>La cáscara de arroz pasará por un proceso de calcinación, para obtener ceniza de cáscara de arroz, el cual servirá como un sustituto parcial del cemento en proporciones de 4%, 6%, 8% y 10%, de tal forma se pueda evaluar la influencia sobre las propiedades mecánicas del concreto.</p>	<p>Características fisicoquímicas de las cenizas de cáscara de arroz.</p>	<p><b>Características físicas</b></p>		
				<p>I1. Pérdida por calcinación (%)</p>	<p>Razón</p>	Ficha de resultados
				<p>I2. Finura (%)</p>		Guía de observación
				<p>I3. Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</p>		Guía de observación
				<p>I4. Densidad aparente suelta (gr/cm<sup>3</sup>)</p>		Guía de observación
				<p>I5. Contenido de Humedad (%)</p>		Guía de observación
				<p>I6. Índice de Actividad Puzolánico (%)</p>		Guía de observación
				<p><b>Características químicas</b></p>		
				<p><b>Ensayo termogravimétrico (TGA)</b></p>	<p>Razón</p>	Ficha de resultados
				<p>I7. Variación de masa (%)</p>		
<p><b>Difracción de rayos X (DRX)</b></p>	Ficha de resultados					
<p>I8. Composición química (%)</p>						
<p><b>Análisis espectroscopia infrarroja (FTIR)</b></p>						
<p>I9. Transmitancia (%) (enlaces químicos y vibraciones)</p>		Ficha de resultados				

<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Propiedades mecánicas del concreto <math>f_c</math> 280 kg/cm<sup>2</sup></p>	<p>Las propiedades mecánicas del concreto son las cualidades que describen el comportamiento de este en estado endurecido al ser sometido a fuerzas mecánicas, las más conocidas son; resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad (Orchesi 2019).</p>	<p>A partir de la sustitución parcial del cemento por la CCA, en un diseño de mezcla de <math>f_c</math> 280 kg/cm<sup>2</sup>, se aplicará a los 7, 14 y 28 días, ensayos de resistencia a la compresión, tracción, elasticidad y flexo compresión, de igual forma el concreto patrón y realizar una comparación entre estos resultados.</p>	<p>Propiedades mecánicas del concreto <math>F_c</math> 280 kg/cm<sup>2</sup></p>	I10. Resistencia a la compresión ( $f_c$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	<p>Razón</p>	Guía de observación			
				I11. Resistencia a la tracción ( $f_t$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )		Guía de observación			
				I12. Resistencia a la flexión ( $M_r$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )		Guía de observación			
				I13. Módulo de elasticidad ( $E_c$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )		Guía de observación			
			<p>Estadística del concreto patrón y de las sustituciones de la CCA en las propiedades mecánicas del concreto <math>F_c</math> 280 kg/cm<sup>2</sup></p>				I10. Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	<p>Razón</p>	Guía de observación
							I11. Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )		Guía de observación
							I12. Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		Guía de observación
							I13. Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )		Guía de observación

Fuente: Elaboración propia.


Anexo 2. Matriz de Consistencia

Título: Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque						
Problema de investigación	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál es la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque?	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar las características fisicoquímicas de las cenizas de la cáscara de arroz para sustituir parcialmente el cemento en el estudio de la influencia en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup> fabricado en Lambayeque</li> <li>- Analizar la resistencia a la compresión, flexión, tracción</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>Un porcentaje de sustitución del cemento por la CCA mejora las resistencias de las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque.</p>	<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Ceniza de cáscara de arroz</p>	<p>Características fisicoquímicas de las cenizas de cáscara de arroz.</p>	<p><b>Características físicas</b></p> <p>11. Pérdida por calcinación (%)</p> <p>12. Finura (%)</p> <p>13. Densidad (gr/cm<sup>3</sup>)</p> <p>14. Densidad aparente suelta (gr/cm<sup>3</sup>)</p> <p>15. Contenido de Humedad (%)</p> <p>16. Índice de Actividad Puzolánico (%)</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Aplicada.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>Experimental</p> <p><b>Método de investigación:</b></p> <p>Cuantitativa</p> <p><b>Población:</b></p> <p>La actual indagación tendrá una población limitada, la cual está conformada por concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> que será fabricado con cemento tipo I (Pacasmayo), Agregado grueso de la cantera Tres Tomas y agregado fino de la cantera la Victoria del departamento de Lambayeque, con adición de CCA como reemplazo parcial del cemento al 4%, 6%, 8% y 10% respectivamente.</p>
					<p><b>Características químicas</b></p> <p><b>Ensayo termogravimétrico (TGA)</b></p> <p>17. Variación de masa (%)</p> <p><b>Difracción de rayos X (DRX)</b></p> <p>18. Composición química (%)</p> <p><b>Análisis espectroscopia infrarroja (FTIR)</b></p> <p>19. Transmitancia (%) (enlaces químicos y vibraciones)</p>	
					<p>10. Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</p> <p>11. Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	
				Propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm <sup>2</sup>		

<p>y módulo de elasticidad con la sustitución del cemento en 0%, 4%, 6%, 8% y 10% por la ceniza de cáscara de arroz en el concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup></p> <p>-Comparar estadísticamente los resultados del concreto patrón y con las sustituciones del cemento por la ceniza cáscara de arroz en la resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup> fabricado en Lambayeque.</p>		<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Propiedades mecánicas del concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup></p>	<p>Estadística del concreto patrón y de las sustituciones de la CCA en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup></p>	<p>I12. Resistencia a la tracción (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	<p><b>Muestra:</b></p> <p>La muestra estará fabricada con concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> y estará conformada por 50 probetas para cada resistencia, la cual constara un total de 200 probetas.</p> <p><b>Muestreo:</b></p> <p>No probabilístico, a conveniencia</p> <p><b>Técnica:</b></p> <p>Observación directa e indirecta</p> <p><b>Instrumento:</b></p> <p>Guía de observación y ficha de resultados</p>
				<p>I13. Módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	
				<p>I10. Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	
				<p>I11. Resistencia a la tracción (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	
				<p>I12. Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	
				<p>I13. Módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)</p>	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos de observación directa.

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD01						
Laboratorio:						
Investigadores						
Investigación:						
Departamento		Provincia:		Distrito:		
Ensayo: Propiedades físicas de la ceniza de cáscara de arroz						
N° de Obs.	Normativa	Características físicas	Unidades	Resultados obtenidos		
1	NTP 334.045	Finura -sin moler	%	N°1		
				_____		
				N°2		
		_____		N°3		
		Finura- molida		_____		
2	NTP 334.005	Densidad	gr/cm3			
3	NTP 334.168.	Densidad aparente suelta	gr/cm3			
4	NTP 334.127	Contenido de humedad	%			
5	NTP 334.051	Resistencia a la compresión de mortero de la Muestra patrón	kg/cm2	7 días		
				_____		
				28 días		
				_____		
5	NTP 334.051	Resistencia a la compresión de mortero de la Muestra Experimental	kg/cm2	7 días		
				_____		
				28 días		
				_____		
6	NTP 334.066	Índice de Actividad Puzolánica a los 7 días	%	_____		
				Índice de Actividad Puzolánica a los 28 días	_____	
					_____	
Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia						

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD02



**Investigadores:**

**Investigación:**

**Departamento:**

**Provincia:**

**Distrito:**

**Sustitución:**

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M001-0-07	M002-0-07	M003-0-07	Promedio	
1	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M004-0-14	M005-0-14	M006-0-14	Promedio	
		M007-0-28	M008-0-28	M009-0-28	M010-0-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M011-0-07	M012-0-07	M013-0-07	Promedio	
2	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M014-0-14	M015-0-14	M016-0-14	Promedio	
		M017-0-28	M018-0-28	M019-0-28	M020-0-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M021-0-07	M022-0-07	M023-0-07	Promedio	
3	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M024-0-14	M025-0-14	M026-0-14	Promedio	
		M027-0-28	M028-0-28	M029-0-28	M030-0-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M031-0-07	M032-0-07	M033-0-07	Promedio	
4	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M034-0-14	M035-0-14	M036-0-14	Promedio	
		M037-0-28	M038-0-28	M039-0-28	M040-0-28	Promedio
Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia						



## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD03



**Investigadores**

**Investigación:**

**Departamento:**

**Provincia:**

**Distrito:**

**Sustitución:**

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M041-0.2-07	M042-0.2-07	M043-0.2-07	Promedio	
5	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M044-0.2-14	M045-0.2-14	M046-0.2-14	Promedio	
		M047-0.2-28	M048-0.2-28	M049-0.2-28	M050-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M051-0.2-07	M052-0.2-07	M053-0.2-07	Promedio	
6	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M054-0.2-14	M055-0.2-14	M056-0.2-14	Promedio	
		M057-0.2-28	M058-0.2-28	M059-0.2-28	M060-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M061-0.2-07	M062-0.2-07	M063-0.2-07	Promedio	
7	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M064-0.2-14	M065-0.2-14	M066-0.2-14	Promedio	
		M067-0.2-28	M068-0.2-28	M069-0.2-28	M070-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M071-0.2-07	M072-0.2-07	M073-0.2-07	Promedio	
8	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M074-0.2-14	M075-0.2-14	M076-0.2-14	Promedio	
		M077-0.2-28	M078-0.2-28	M079-0.2-28	M080-0.2-28	Promedio
Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia						

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD04



**Investigadores:**

**Investigación:**

**Departamento:**

**Provincia:**

**Distrito:**

**Sustitución:**

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M081-0.2-07	M082-0.2-07	M083-0.2-07	Promedio	
9	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M084-0.2-14	M085-0.2-14	M086-0.2-14	Promedio	
		M087-0.2-28	M088-0.2-28	M089-0.2-28	M090-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M091-0.2-07	M092-0.2-07	M093-0.2-07	Promedio	
10	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M094-0.2-14	M095-0.2-14	M096-0.2-14	Promedio	
		M097-0.2-28	M098-0.2-28	M099-0.2-28	M0100-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M0101-0.2-07	M0102-0.2-07	M0103-0.2-07	Promedio	
11	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M0104-0.2-14	M0105-0.2-14	M0106-0.2-14	Promedio	
		M0107-0.2-28	M0108-0.2-28	M0109-0.2-28	M0110-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M0111-0.2-07	M0112-0.2-07	M0113-0.2-07	Promedio	
12	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M0114-0.2-14	M0115-0.2-14	M0116-0.2-14	Promedio	
		M0117-0.2-28	M0118-0.2-28	M0119-0.2-28	M0120-0.2-28	Promedio

**Nota:** Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD05



**Investigadores:**

**Investigación:**

**Departamento:**

**Provincia:**

**Distrito:**

**Sustitución:**

Nota: Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M0121-0.2-07	M0122-0.2-07	M0123-0.2-07	Promedio	
13	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M0124-0.2-14	M0125-0.2-14	M0126-0.2-14	Promedio	
		M0127-0.2-28	M0128-0.2-28	M0129-0.2-28	M0130-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M0131-0.2-07	M0132-0.2-07	M0133-0.2-07	Promedio	
14	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M0134-0.2-14	M0135-0.2-14	M0136-0.2-14	Promedio	
		M0137-0.2-28	M0138-0.2-28	M0139-0.2-28	M0140-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M0141-0.2-07	M0142-0.2-07	M0143-0.2-07	Promedio	
15	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M0144-0.2-14	M0145-0.2-14	M0146-0.2-14	Promedio	
		M0147-0.2-28	M0148-0.2-28	M0149-0.2-28	M0150-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M0151-0.2-07	M0152-0.2-07	M0153-0.2-07	Promedio	
16	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M0154-0.2-14	M0155-0.2-14	M0156-0.2-14	Promedio	
		M0157-0.2-28	M0158-0.2-28	M0159-0.2-28	M0160-0.2-28	Promedio
Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia						

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD06



**Investigadores:**

**Investigación:**

**Departamento:**

**Provincia:**

**Distrito:**

**Sustitución:**

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M0161-0.2-07	M0162-0.2-07	M0163-0.2-07	Promedio	
17	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M0164-0.2-14	M0165-0.2-14	M0166-0.2-14	Promedio	
		M0167-0.2-28	M0168-0.2-28	M0169-0.2-28	M0170-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M0171-0.2-07	M0172-0.2-07	M0173-0.2-07	Promedio	
18	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M0174-0.2-14	M0175-0.2-14	M0176-0.2-14	Promedio	
		M0177-0.2-28	M0178-0.2-28	M0179-0.2-28	M0180-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M0181-0.2-07	M0182-0.2-07	M0183-0.2-07	Promedio	
19	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M0184-0.2-14	M0185-0.2-14	M0186-0.2-14	Promedio	
		M0187-0.2-28	M0188-0.2-28	M0189-0.2-28	M0190-0.2-28	Promedio
Obs. N°	Propiedad	M0191-0.2-07	M0192-0.2-07	M0193-0.2-07	Promedio	
20	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M0194-0.2-14	M0195-0.2-14	M0196-0.2-14	Promedio	
		M0197-0.2-28	M0198-0.2-28	M0199-0.2-28	M0200-0.2-28	Promedio

**Nota:** Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## Anexo 4. Validaciones del instrumento de observación directa.

### GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

#### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Luis Mariano Villegas Granados  
 Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
 Título profesional: Magister en Gestión Pública  
 Grado: Magister Mención: Ingeniería Civil  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad Privada César Vallejo, Perú  
 Otros estudios: Magister en Educación Docencia y Gestión Educativa

#### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

**1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente**

#### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)				X	
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)				X	
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)		X			
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)				X	
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)				X	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				X	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
<b>Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)</b>		<b>2</b>		<b>28</b>	<b>35</b>
<b>Puntaje total</b>	<b>65</b>				

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

$$= (65/75) \times 100 = 87\%$$

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

.....  
El instrumento es válido, se encuentra apto para ser  
aplicado a la población de dicho estudio, ya que  
cumple con los criterios metodológicos.  
.....  
.....

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Luis Mariano Villegas Granados identificado con DNI. N.º 16665065 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por los tesisistas, Correa Tuanama, Yheral Antonio & Maza Yaipen, José Antonio en la investigación denominada: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE.

  
Mariano Villegas Granados  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 75063

Mg. Luis Mariano Villegas Granados

DNI: 16665065

## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Carolina Ortiz Vargas  
 Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
 Título profesional: Maestra en Gestión Pública  
 Grado: Magister Mención: Ingeniería Civil  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad Privada César Vallejo S.A.C, Perú  
 Otros estudios: Ingeniera Agrícola

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

**1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente**

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					X
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)				X	
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)			X		
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)				X	
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				X	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
<b>Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)</b>			3	20	45
<b>Puntaje total</b>					<b>68</b>

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

$$= [68 / 75] \times 100 = 91\%$$

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado		El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación		El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

.....  
El instrumento es válido porque cumple con  
parámetros establecidos para ser aplicado en  
la investigación.  
.....  
.....

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Carolina Ortiz Vargas identificado con DNI. N.º 16803529 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por los tesisistas, Correa Tuanama, Yheral Antonio & Maza Yaipen, José Antonio en la investigación denominada: INFLUENCIA DE LA GENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C 280 KG/CM<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE.

  
.....  
Ing. Carolina Ortiz Vargas  
CIP: 111872  
.....

Mg. Carolina Ortiz Vargas

DNI: 16803529



## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Arturo Elmer Casas Lopez  
 Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
 Título profesional: Maestro en Gestión Pública  
 Grado: Magister Mención: Ingeniería Civil  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad Privada César Vallejo S.A.C, Perú

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)				X	
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)			X		
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)				X	
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)				X	
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)				X	
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)				X	
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)				X	
<b>Puntaje parcial</b> (sumar los puntos donde marca el aspa)			3	24	40
<b>Puntaje total</b>				67	

**Nota:** Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

$$= [67/75] \times 100 = 89\%$$

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

Revisando los instrumentos de recolección de datos;  
se concluye que son aptos para su aplicación.

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Arturo Elmer Casas Lopez identificado con DNI. N.º 16762948 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por los tesisas, Correa Tuanama, Yheral Antonio & Maza Yaipen, José Antonio en la investigación denominada: INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C 280 KG/CM<sup>2</sup>, LAMBAYEQUE.



Ing. Arturo Casas López  
CIP N° 77532

Mg. Arturo Elmer Casas Lopez

DNI: 16762948

## Anexo 6. Resultados de ensayos

### Anexo 6.1. Análisis termogravimétrico de la cáscara de arroz



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 22 de enero del 2023

**INFORME N° 81 - ENE-23**

**Solicitante:** Maza Yaipen José Antonio - Correa Tuanama Yheral Antonio  
Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo

**RUC/DNI:** .....

**Supervisor:** .....

#### 1. MUESTRA: Cáscara de arroz (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CA-81E	11 mg	.....

#### 2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

#### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 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: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 11 mg.

LABORATORIO DE POLÍMEROS DE TRUJILLO  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
UNT

**Jefe de Laboratorio:**

Ing. Danny Chávez Novoa

**Analista responsable:**

Ing. Danny Chávez Novoa



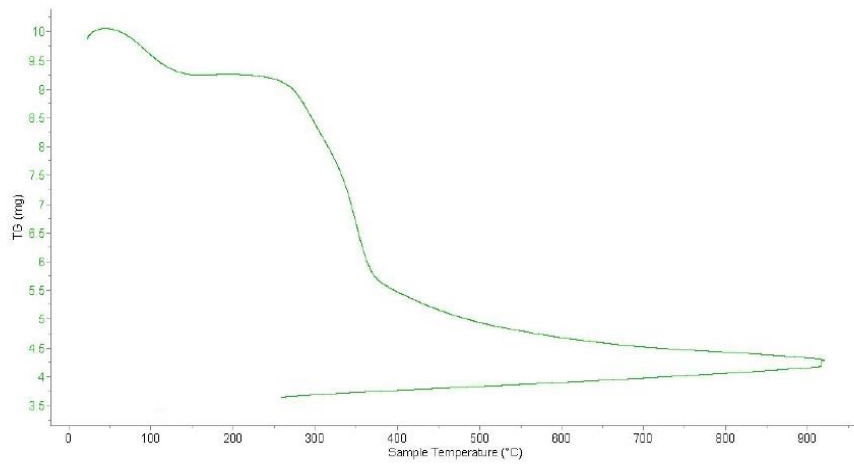
Trujillo, 22 de enero del 2023

INFORME N° 81 - ENE-23

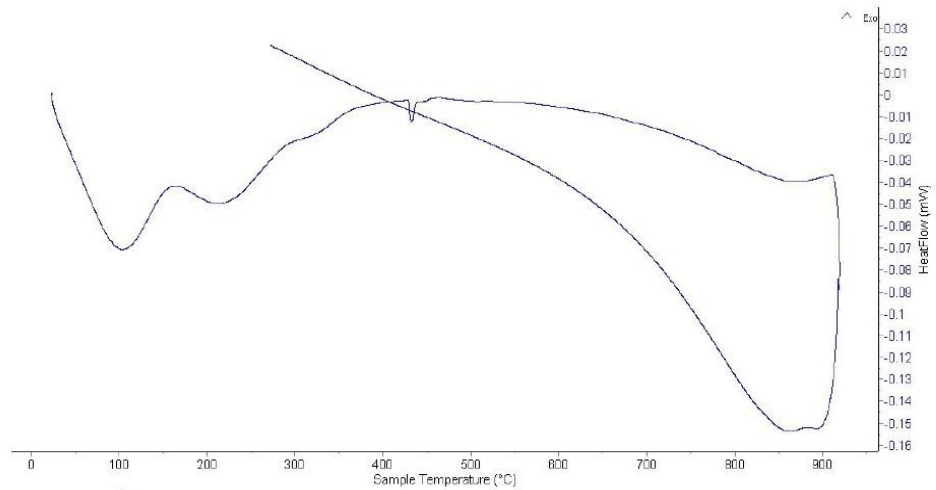


4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD



.....  
Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953




Trujillo, 22 de enero del 2023

**INFORME N° 81 - ENE-23**

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis termogravimétrico se evidencian dos caídas de la masa del material, la primera se observa en un rango entre 80 y 130°C y la segunda, la más importante, se da entre 270 y 350°C. Posteriormente la caída es lenta, hasta llegar a perder un total de 54% de su masa inicial, aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico ATD, se puede mostrar picos endotérmicos en 100°C y 210°C y posteriormente, más adelante, se muestra un ligero pico de absorción térmica a 430°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características del material.



Danny M. Chávez Novoa  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 84953

Trujillo, 22 de enero del 2023



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polímeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

## Anexo 6.2. Difracción de rayos X de las cenizas de cáscara de arroz

LABORATORIO FÍSICO QUÍMICO AMBIENTAL PERÚ S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES RUC: 20605355189



### REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

<b>SOLICITANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Maza Yaipen, José Antonio</li><li>Correa Tuanama, Yheral Antonio</li></ul>
<b>TESIS</b>	Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque
<b>MUESTRA</b>	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ – M1
<b>FECHA</b>	01 DE FEBRERO DEL 2023
<b>INSTITUCION</b>	Universidad César Vallejo - filial Chiclayo

#### MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

##### 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 250 mg de la muestra de cenizas de cáscara de arroz, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

##### 3. METODO

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

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**

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	34.17	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	22.69	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	19.84	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	8.69	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	3.06	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.23	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	2.14	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.97	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.044	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.209	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.046	

**5. DATOS ADICIONALES**

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN (°C)	430.00 ± 3.5
DURACIÓN DE CALCINACIÓN (horas)	3.00
PESO ANTES DE CALCINACIÓN (gr.)	1015.00
PESO DESPUÉS DE CALCINACIÓN (gr.)	208.64
PÉRDIDA DE MASA (%)	79.44

**6. 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 silice (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn)

  
 CARLOS ALVARO VALDEBENITOZA  
 INGENIERO QUÍMICO  
 CIP 122588

Trujillo, 09 de Febrero del 2023

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

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



**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

<b>SOLICITANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maza Yaipen, José Antonio</li> <li>Correa Tuanama, Yheral Antonio</li> </ul>
<b>TESIS</b>	Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque
<b>MUESTRA</b>	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ – M2
<b>FECHA</b>	01 DE FEBRERO DEL 2023
<b>INSTITUCION</b>	Universidad César Vallejo - filial Chiclayo

**MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO**

**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 250 mg de la muestra de cenizas de cáscara de arroz, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

**3. METODO**

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

**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



# 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> )	37.96	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	23.11	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	16.79	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7.03	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	3.44	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.85	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.96	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.71	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.054	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.162	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.037	

## 5. DATOS ADICIONALES

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN (°C)	500.00 ± 3.5
DURACIÓN DE CALCINACIÓN (horas)	3.00
PESO ANTES DE CALCINACIÓN (gr.)	1009.35
PESO DESPUÉS DE CALCINACIÓN (gr.)	161.92
PÉRDIDA DE MASA (%)	83.96

## 6. 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 sílice (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).

  
CARLOS ALBERTO VALENZUELA  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 122588



Trujillo, 09 de Febrero del 2023

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

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

impulsado por

 CamScanner

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



ENSAYOS QUÍMICOS Y SERVICIOS GENERALES

RUC: 20605355189

## REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

<b>SOLICITANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Maza Yaipen, José Antonio</li><li>Correa Tuanama, Yheral Antonio</li></ul>
<b>TESIS</b>	Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque
<b>MUESTRA</b>	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ – M3
<b>FECHA</b>	01 DE FEBRERO DEL 2023
<b>INSTITUCION</b>	Universidad César Vallejo - filial Chiclayo

### MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

#### 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: Ig/l.

#### 2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 250 mg de la muestra de cenizas de cáscara de arroz, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

#### 3.- METODO

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

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

# 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> )	38.95	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	23.81	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	15.84	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	7.69	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	3.53	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.92	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.87	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.66	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.061	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.153	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.031	

## 5. DATOS ADICIONALES

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN (°C)	600.00 ± 3.5
DURACIÓN DE CALCINACIÓN (horas)	3.00
PESO ANTES DE CALCINACIÓN (gr.)	1012.19
PESO DESPUÉS DE CALCINACIÓN (gr.)	126.18
PÉRDIDA DE MASA (%)	87.53

## 6. 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 sílice (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).

  
CARLOS ALVARADO  
INGENIERO QUÍMICO  
CIP 122588



Trujillo, 09 de Febrero del 2023

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

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



**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE  
MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

<b>SOLICITANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>Maza Yaipen, José Antonio</li><li>Correa Tuanama, Yheral Antonio</li></ul>
<b>TESIS</b>	Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , Lambayeque
<b>MUESTRA</b>	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ – M4
<b>FECHA</b>	15 DE FEBRERO DEL 2023
<b>INSTITUCION</b>	Universidad César Vallejo - filial Chiclayo

**MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO**

**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:** Ig/l.

**2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA**

Se analizó 250 mg de la muestra de cenizas de cáscara de arroz, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

**3. METODO**

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



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

# 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> )	46.84	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	15.67	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	18.21	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4.32	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	2.76	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.57	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.96	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.29	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.12	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.179	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.048	

## 5. DATOS ADICIONALES

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN (°C)	800.00 ± 5.6
DURACIÓN DE CALCINACIÓN (horas)	3.00
PESO ANTES DE CALCINACIÓN (gr.)	1,582.26
PESO DESPUÉS DE CALCINACIÓN (gr.)	211.65
PÉRDIDA DE MASA (%)	86.62

## 6. 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 sílice (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).

Trujillo, 23 de Febrero del 2023



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

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



**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE  
MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

<b>SOLICITANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maza Yalpen, José Antonio</li> <li>Correa Tuanama, Yheral Antonio</li> </ul>
<b>TESIS</b>	Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , Lambayeque
<b>MUESTRA</b>	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ - M5
<b>FECHA</b>	15 DE FEBRERO DEL 2023
<b>INSTITUCION</b>	Universidad César Vallejo - filial Chiclayo

**MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO**

**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 250 mg de la muestra de cenizas de cáscara de arroz, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

**3. METODO**

- BASADO EN LA NORMA** 1 ASTM C25
- VOLUMETRIA** 1 USAQ-ME06

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

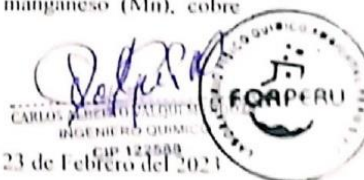
COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	47.92	Espectrometria de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	14.83	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	18.91	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4.16	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	2.09	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	1.61	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.94	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.25	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.09	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.168	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.052	

5. DATOS ADICIONALES

TEMPERATURA DE CALCINACIÓN (°C)	900.00 ± 1.7
DURACIÓN DE CALCINACIÓN (horas)	3.00
PESO ANTES DE CALCINACIÓN (gr.)	1,539.73
PESO DESPUÉS DE CALCINACIÓN (gr.)	183.14
PÉRDIDA DE MASA (%)	88.11

6. 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 silice (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró, fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).



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

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

## Anexo 6.3. Análisis espectroscopia infrarroja (FTIR) de la ceniza de cáscara de arroz



**SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS  
S.A.C.**

### INFORME DE ENSAYO IE-2023-0325

#### 1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : JOSE ANTONIO MAZA YAIPEN  
1.2 RUC o DNI : 74143563  
1.3 Dirección : No Precisa

#### 2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : CENIZAS  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2023-04-25  
2.5 Periodo de Ensayo : 2023-04-26 al 2023-05-08  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-05-09

#### 3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Caracterización de materiales por Análisis de Espectroscopía Infrarroja FTIR-ATR	ASTM E1252 Práctica estándar para técnicas generales de obtención de espectros infrarrojos para análisis cualitativo



Ing. JUAN MARTIN ZEVALLOS PATIÑO  
CIP N°: 111090

**Jefe de Laboratorio**

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.



#### 4. RESULTADOS

##### 4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de Muestra: CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ <sup>(c)</sup>

##### 4.2. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE ESPECTROSCOPIA INFRARROJA FTIR

- Equipo Utilizado: Espectrofotómetro Infrarrojo -Perkin Elmer
- Software: Perkin Elmer Spectrum 10
- Rango de Prueba: Intervalo de número de onda 380 cm-1 a 4000 cm-1

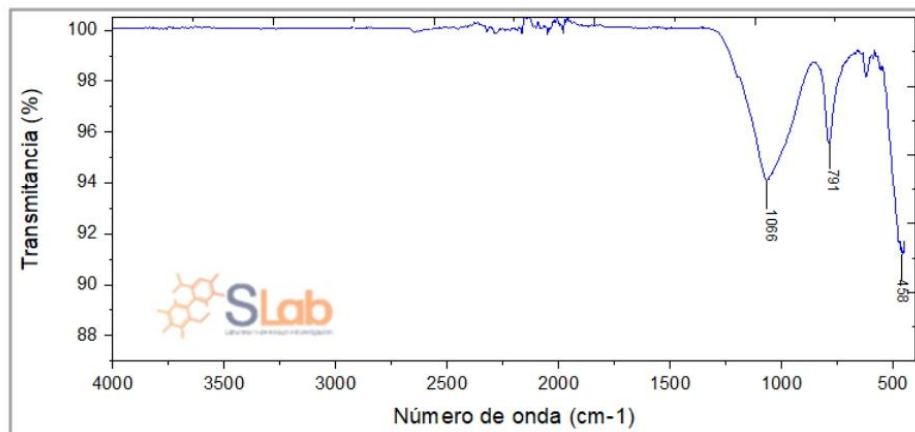


Imagen N°1: BARRIDO ESPECTRAL FTIR DE LA MUESTRA

Tabla N°1: IDENTIFICACIÓN DE LOS GRUPOS FUNCIONALES DEL FTIR DE LA MUESTRA S-0799

Tipo de Vibración	Grupo funcional	Rango Teórico (cm <sup>-1</sup> )	Resultado experimental (cm <sup>-1</sup> )
Estiramiento simétrico	"-Si-O-Si"	1120-1040	1066
Estiramiento asimétrico	"-Si-O-"	800-760	791
Banda de vibración de deformación	"-Si-O-"	480-440	458

##### Comentario:

Según la caracterización por FTIR de la muestra S-0799, presenta picos característicos del enlace Si-O presentes en la ceniza de cáscara de arroz. Además, la gráfica mostrada es semejante para una muestra de ceniza de cáscara de arroz calcinada a 800°C.

<sup>(c)</sup> Información suministrada por el cliente.

#### FIN DE DOCUMENTO

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.

## Anexo 6.4. Ensayo de la finura de la CCA sin procesar



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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 24 de marzo del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 24 de marzo del 2023.  
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la finura del cemento Portland por el tamiz de um (Nº 325)  
Norma : NTP 334.045:2010

Muestra : **Cenizas de Cáscara de Arroz.**

Muestra N°	Masa de la muestra (g)	C (%)	R <sub>s</sub> (g)	R <sub>c</sub> (%)	F (%)
01	1.000	31.2	0.6776	88.9	11.10
02	1.000	31.2	0.6778	88.9	11.07
03	1.000	31.2	0.6779	88.9	11.06

Donde:

- C** : Factor de corrección del tamiz.  
**R<sub>s</sub>** : Residuo de la muestra retenida sobre el tamiz de 45 µm (Nº 325), en gramos (g).  
**R<sub>c</sub>** : Residuo corregido, en porcentaje (%).  
**F** : Finura del cemento expresado como el porcentaje corregido que pasa por el tamiz de 45 µm (Nº 325).

Formulas:

$$R_c = R_s \times (100 + C)$$

$$F = 100 - R_c$$

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 6.5. Ensayo de la finura de la CCA después de la molienda



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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO F'C=280 KG/CM2, LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023.  
Inicio de Ensayo : Lunes, 27 de marzo del 2023.  
Fin de Ensayo : Lunes, 27 de marzo del 2023.  
  
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la finura del cemento Pórtland por el tamiz de um (Nº 325)  
Norma : NTP 334.045:2010

Muestra : **Cenizas de Cascara de Arroz.**

Muestra N°	Masa de la muestra (g)	C (%)	R <sub>s</sub> (g)	R <sub>c</sub> (%)	F (%)
01	1.000	31.2	0.2318	30.41	69.59

Donde:

**C** : Factor de corrección del tamiz.

**R<sub>s</sub>** : Residuo de la muestra retenida sobre el tamiz de 45 µm (Nº 325), en gramos (g).

**R<sub>c</sub>** : Residuo corregido, en porcentaje (%).

**F** : Finura del cemento expresado como el porcentaje corregido que pasa por el tamiz de 45 µm (Nº 325).

Formulas:

$$R_c = R_s \times (100 + C)$$

$$F = 100 - R_c$$

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 6.6. Ensayo de la densidad de la CCA



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitantes : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023.  
Inicio de Ensayo : Martes, 28 de marzo del 2023.  
Fin de Ensayo : Martes, 28 de marzo del 2023.  
  
Código : NTP 334.127 : 2012.  
Título : CEMENTOS. Adiciones minerales del cemento y concreto: puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante. Métodos de ensayo, 2ª Edición.  
Ensayo : **Densidad.**  
Método : NTP 334.005 : 2011 - Ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland.

Muestra : Cenizas de Cáscara de Arroz.

Masa tal como se recibió	(g)	41.21
Volumen del líquido desplazado	(cm <sup>3</sup> )	18.50
Densidad	(g/cm <sup>3</sup> )	2.23

### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

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

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

## Anexo 6.7. Ensayo de la densidad aparente (peso unitario suelto) de la CCA



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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023.  
Inicio de Ensayo : Lunes, 27 de marzo del 2023.  
Fin de Ensayo : Martes, 28 de marzo del 2023.

TÍTULO : CALES. Método de ensayo físico en cal viva, cal hidratada y caliza.  
NORMA : NTP 334.168.218  
ENSAYO : MEDICIONES DE DENSIDAD / Densidad Aparente Suelta

Muestra : Cenizas de Cáscara de Arroz.

Densidad Suelta Humedo	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>0.446</b>
Densidad Suelta Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>0.439</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>1.6</b>

### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 6.8. Ensayo del contenido de humedad de la CCA



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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitantes : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
Proyecto / Obra : TESIS: "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280KG/CM2, LAMBAYEQUE".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023.  
Inicio de Ensayo : Lunes, 27 de marzo del 2023.  
Fin de Ensayo : Martes, 28 de marzo del 2023.  
  
Código : NTP 334.127 : 2012.  
Titulo : CEMENTOS. Adiciones minerales del cemento y concreto: puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante. Métodos de ensayo, 2ª Edición.  
Ensayo : **Contenido de Humedad.**

Muestra : Cenizas de Cáscara de Arroz.

A.- Pérdida de masa durante el secado (g)	1.55
B.- Masa tal como se recibió (g)	100.00
Contenido de Humedad = $(A/B) \times 100$ (%)	1.55

### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

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

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 6.9. Ensayo de índice de actividad puzolánico de la CCA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
Proyecto : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de ensayo : Miércoles, 12 de abril del 2023  
Fin de ensayo : Miércoles, 10 de mayo del 2023

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

Norma : NTP 334.051: 2013  
NTP 334.066: 2018

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	CUBO PATRÓN - C1	12/04/2023	19/04/2023	7	40534	2500	16.21	165.35
02	CUBO PATRÓN - C2	12/04/2023	19/04/2023	7	33120	2500	13.25	135.13
03	CUBO PATRÓN - C3	12/04/2023	19/04/2023	7	32830	2500	13.13	133.95
04	CUBO PATRÓN - C4	12/04/2023	10/05/2023	28	49500	2500	19.80	201.96
05	CUBO PATRÓN - C5	12/04/2023	10/05/2023	28	50550	2500	20.22	206.24
06	CUBO PATRÓN - C6	12/04/2023	10/05/2023	28	53700	2500	21.48	219.10
Resistencia a la Compresión Diseño							<b>20.00</b>	<b>203.96</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN 7 días							<b>14.20</b>	<b>144.81</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN 28 días							<b>20.50</b>	<b>209.10</b>

### NOTA :

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

### OBSERVACIONES :

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

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

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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
 MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
 Proyecto : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de ensayo : Miércoles, 12 de abril del 2023  
 Fin de ensayo : Miércoles, 10 de mayo del 2023

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

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

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C1	12/04/2023	19/04/2023	7	27790	2500	11.12	113.36
02	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C2	12/04/2023	19/04/2023	7	29270	2500	11.71	119.42
03	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C3	12/04/2023	19/04/2023	7	26430	2500	10.57	107.83
04	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C4	12/04/2023	10/05/2023	28	42580	2500	17.03	173.73
05	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C5	12/04/2023	10/05/2023	28	43500	2500	17.40	177.48
06	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C6	12/04/2023	10/05/2023	28	42690	2500	17.08	174.18
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN 7 días							<b>14.20</b>	<b>144.79</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL 7 días							<b>11.13</b>	<b>113.54</b>
<b><i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland a los 7 días</i></b>							<b>78%</b>	<b>78%</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN 28 días							<b>20.50</b>	<b>209.06</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL 28 días							<b>17.17</b>	<b>175.13</b>
<b><i>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland a los 28 días</i></b>							<b>84%</b>	<b>84%</b>

**NOTA :**

- Dosificación: 1 : 2.75  
 Cemento : Tipo I - Pacasmayo  
 Ceniza de cáscara de arroz: 20%  
 Arena : La Victoria - Pátapo  
 Agua : Potable de la zona  
 Ra/c : 0.485

**OBSERVACIONES :**

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



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



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



Anexo 6.10. Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso de la cantera Tres Tomas, San Nicolás, la Victoria y Piedra Chancada.



**INFORME DE ENSAYO N° 4312**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"  
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

**EXAMEN CUANTITATIVO**

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Tres Tomas

**I.- DATOS**

ENSAYO N°	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	4671.0
% RETENIDO N° 12	93.42 %
% DESGASTE	6.58 %
% UNIFORMIDAD	0.56 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	6.6 %

**NOTA :**

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

**OBSERVACIONES :**

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

  
German Gastelo Chirinos  
LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



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

**INFORME DE ENSAYO N° 4313**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

**EXAMEN CUANTITATIVO**

**Muestra** : Piedra Chancada

**Cantera** : San Nicolas

**I.- DATOS**

ENSAYO N°	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	3748.0
% RETENIDO N° 12	74.96 %
% DESGASTE	25.04 %
% UNIFORMIDAD	0.52 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	25.0 %

**NOTA :**

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

**OBSERVACIONES :**

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



German Gastelo Chirinos  
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.

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

**INFORME DE ENSAYO N° 4311**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

**EXAMEN CUANTITATIVO**

**Muestra** : Piedra Chancada

**Cantera** : La Victoria

**I.- DATOS**


ENSAYO N°	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	4329.0
% RETENIDO N° 12	86.58 %
% DESGASTE	13.42 %
% UNIFORMIDAD	0.66 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	13.4 %

**NOTA :**

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

**OBSERVACIONES :**

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

  
 German Gastelo Chirinos  
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



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



964423859 - 943011231



Ca. José Galvez N° 120



fermatisac@gmail.com



www.fermatisac.cf

**INFORME DE ENSAYO N° 4314**

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 2298 - 2023 L.E.M. AMAZING S.A.C  
 Solicitante : MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, DISTRITO DE CHICLAYO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"  
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 24 de Enero del 2023

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 1/2")  
 REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

**EXAMEN CUANTITATIVO**

**Muestra** : Piedra Chancada  
**Cantera** : Piedra Chancada

**I.- DATOS**

ENSAYO N°	1
GRADUACION	"A"
ESFERAS	12
RECUPERADO TOTAL	5000.0
1 1/2" - 1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCION N° 12	4080.0
% RETENIDO N° 12	81.60 %
% DESGASTE	18.40 %
% UNIFORMIDAD	0.70 %
% TOTAL	100 %
PROMEDIO	18.4 %

**NOTA :**

- Método de ensayo a usar: Gradación "A", N° de esferas : 12, Revoluciones : total 500

**OBSERVACIONES :**

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



German Gastelo Chirinos  
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C

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

## Anexo 5.11. Diseño de Mezcla



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

### INFORME DE ENSAYO N° 4347

Pag. 1 de 2

Expediente N° : 2328 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Asesor : MG. MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Proyecto : INFLUENCIA DE ADICIONES VARIAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Febrero del 2023

#### DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

#### CEMENTO:

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

#### AGREGADOS :

##### Agregado fino :

- Cantera : Cantera La Victoria - Pátapo  
 1.- Peso específico de masa : 2.558 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.582 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto : 1510 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado : 1713 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción : 0.9 %  
 6.- Contenido de humedad : 1.0 %  
 7.- Módulo de fineza : 2.751

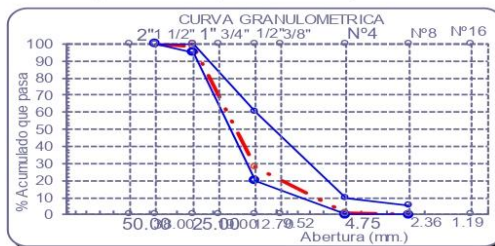
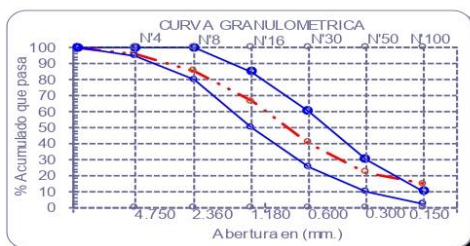
##### Agregado grueso :

- Cantera : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe  
 1.- Peso específico de masa : 2.608 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.634 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto : 1334 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado : 1503 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción : 1.0 %  
 6.- Contenido de humedad : 0.4 %  
 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.  
 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
N° 04	4.0	96.0
N° 08	10.9	85.1
N° 16	18.8	66.4
N° 30	25.8	40.5
N° 50	18.5	22.0
N° 100	7.3	14.8
Fondo	14.8	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	1.6	98.4
3/4"	24.8	73.6
1/2"	45.6	27.9
3/8"	14.0	14.0
N° 04	12.9	1.1
N° 08	0.8	0.3
N° 16	0.0	0.2
Fondo	0.2	0.0



*German Gastelo Chirinos*  
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C



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

**INFORME DE ENSAYO N° 4347**

Pag. 2 de 2

Expediente N° : 2328 - 2023 L.E.M. FERMATI S.A.C  
 Asesor : MG. MARLON ROBERT CUBAS ARMAS  
 Universidad : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 Proyecto : INFLUENCIA DE ADICIONES VARIAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Chiclayo, 15 de Febrero del 2023

**DISEÑO DE MEZCLA FINAL**
 **$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$** 
**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2362 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 3 días : 145 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 3 días : 52 %  
 Resistencia promedio a los 7 días : 226 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 81 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 11.2 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.558

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento 477 Kg/m<sup>3</sup> : Cemento Tipo I  
 Agua 267 L : Agua Potable de la Zona.  
 Agregado fino 724 Kg/m<sup>3</sup> : Cantera La Victoria - Pátapo  
 Agregado grueso 894 Kg/m<sup>3</sup> : Cantera Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.52	1.87	23.7	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	1.00	1.51	2.11	23.7	Lts/pie <sup>3</sup>

**OBSERVACIONES :**

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



German Gastelo Chirinos  
 LABORATORISTA-FERMATI S.A.C

FERMATI CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.  
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

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

Anexo 6.12. Cálculo del peso de la ceniza de cáscara de arroz sustituyendo al cemento en 4%, 6%, 8% y 10%

- Peso del cemento----- C =  $477 \text{ Kg/m}^3 * 96\% = 457.92 \text{ Kg/m}^3$
- Peso de la CCA-----CCA =  $477 \text{ Kg/m}^3 * 4\% = 19.08 \text{ Kg/m}^3$
  
- Peso del cemento----- C =  $477 \text{ Kg/m}^3 * 94\% = 448.38 \text{ Kg/m}^3$
- Peso de la CCA-----CCA =  $477 \text{ Kg/m}^3 * 6\% = 28.62 \text{ Kg/m}^3$
  
- Peso del cemento----- C =  $477 \text{ Kg/m}^3 * 92\% = 438.84 \text{ Kg/m}^3$
- Peso de la CCA-----CCA =  $477 \text{ Kg/m}^3 * 8\% = 38.16 \text{ Kg/m}^3$
  
- Peso del cemento----- C =  $477 \text{ Kg/m}^3 * 90\% = 429.30 \text{ Kg/m}^3$
- Peso de la CCA-----CCA =  $477 \text{ Kg/m}^3 * 10\% = 47.70 \text{ Kg/m}^3$

Anexo 6.13. Cantidad de material del concreto f'c 280kg/cm<sup>2</sup> y con 4%, 6%, 8% y 10% CCA, por m<sup>3</sup>

Materiales	Patrón	4%	6%	8%	10%
Agregado grueso	894 kg/m <sup>3</sup>	894 kg/m <sup>3</sup>	894 kg/m <sup>3</sup>	894 kg/m <sup>3</sup>	894 kg/m <sup>3</sup>
Agregado fino	724 kg/m <sup>3</sup>	724 kg/m <sup>3</sup>	724 kg/m <sup>3</sup>	724 kg/m <sup>3</sup>	724 kg/m <sup>3</sup>
Cemento	477 kg/m <sup>3</sup>	457.92 kg/m <sup>3</sup>	448.38 kg/m <sup>3</sup>	438.84 kg/m <sup>3</sup>	429.30 kg/m <sup>3</sup>
CCA	-	19.08 kg/m <sup>3</sup>	28.62 kg/m <sup>3</sup>	38.16 kg/m <sup>3</sup>	47.70 kg/m <sup>3</sup>
Agua	267 Lts	267 Lts	267 Lts	267 Lts	267 Lts
R a/c	0.558	0.558	0.558	0.558	0.558

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6.14. Ensayos del concreto patrón y experimental en estado fresco para probetas cilíndricas



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
 MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
 Fin de Ensayo : Miércoles, 05 de abril del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.  
 Referencia : NTP 339.080 : 2017  
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	M.P PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	2.00
DM-02	M.P + 4%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 4% Ceniza de cáscara de Arroz	280	04/04/2023	1.60
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	280	04/04/2023	1.70
DM-04	M.P + 8%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 8% Ceniza de cáscara de Arroz	280	05/04/2023	1.40
DM-05	M.P + 10%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 10% Ceniza de cáscara de Arroz	280	05/04/2023	1.70

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

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



**Solicitud de Ensayo** : CS012-2023LEMS W&C  
**Solicitante** : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
 MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
**Proyecto / Obra** : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Viernes, 24 de marzo del 2023  
**Inicio de Ensayo** : Viernes, 31 de marzo del 2023  
**Fin de Ensayo** : Miércoles, 05 de abril del 2023  
**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto.  
**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2019

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	M.P PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	2312
02	M.P + 4%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 4% Ceniza de cáscara de Arroz	280	04/04/2023	2333
03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	280	04/04/2023	2308
04	M.P + 8%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 8% Ceniza de cáscara de Arroz	280	05/04/2023	2328
05	M.P + 10%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 10% Ceniza de cáscara de Arroz	280	05/04/2023	2314

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



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




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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
 MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
 Fin de Ensayo : Miércoles, 05 de abril del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Método del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo.  
 Referencia : N.T.P. 339.035 : 2022

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	4	10.16
DM-02	M.P + 4%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 4% Ceniza de cáscara de Arroz	280	04/04/2023	3 3/4	9.53
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	280	04/04/2023	3 3/5	9.14
DM-04	M.P + 8%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 8% Ceniza de cáscara de Arroz	280	05/04/2023	3 1/2	8.89
DM-05	M.P + 10%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 10% Ceniza de cáscara de Arroz	280	05/04/2023	2 1/2	6.35

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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




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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F´C 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
Fin de Ensayo : Miercoles, 05 de abril del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a edición.  
Referencia : N.T.P. 339.184 : 2021

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f´c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	29
DM-01	M.P + 4%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 4% Ceniza de cáscara de Arroz	280	04/04/2023	30.0
DM-02	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	280	04/04/2023	30.5
DM-03	M.P + 8%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 8% Ceniza de cáscara de Arroz	280	05/04/2023	31.2
DM-04	M.P + 10%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 10% Ceniza de cáscara de Arroz	280	05/04/2023	31.6

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



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

## Anexo 6.15. Ensayos del concreto patrón y experimental en estado fresco para vigas prismáticas



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
 MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F°C 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
 Fin de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.  
 Referencia : NTP 339.080 : 2017  
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	M.P PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	2.00
DM-02	M.P + 4%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 4% Ceniza de cáscara de Arroz	280	23/05/2023	1.55
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	280	23/05/2023	1.60
DM-04	M.P + 8%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 8% Ceniza de cáscara de Arroz	280	24/05/2023	1.50
DM-05	M.P + 10%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 10% Ceniza de cáscara de Arroz	280	24/05/2023	1.40

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

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

**Solicitud de Ensayo** : **CS012-2023LEMS W&C**  
**Solicitante** : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
 MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
**Proyecto / Obra** : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Viernes, 24 de marzo del 2023  
**Inicio de Ensayo** : Viernes, 31 de marzo del 2023  
**Fin de Ensayo** : Miercoles, 24 de mayo del 2023

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

**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2019

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	M.P PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	2312
02	M.P + 4%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 4% Ceniza de cáscara de Arroz	280	23/05/2023	2336
03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	280	23/05/2023	2310
04	M.P + 8%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 8% Ceniza de cáscara de Arroz	280	24/05/2023	2321
05	M.P + 10%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 10% Ceniza de cáscara de Arroz	280	24/05/2023	2316

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,




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




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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
 MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
 Fin de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Método del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo.  
 Referencia : N.T.P. 339.035 : 2022

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	4	10.16
DM-02	M.P + 4%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 4% Ceniza de cáscara de Arroz	280	23/05/2023	3 4/5	9.65
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	280	23/05/2023	3 1/2	8.89
DM-04	M.P + 8%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 8% Ceniza de cáscara de Arroz	280	24/05/2023	3 1/5	8.13
DM-05	M.P + 10%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 10% Ceniza de cáscara de Arroz	280	24/05/2023	3	7.62

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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




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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
 MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
 Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 31 de marzo del 2023  
 Fin de Ensayo : Miércoles, 24 de mayo del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a edición.  
 Referencia : N.T.P. 339.184 : 2021

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P PATRON 280kg/cm2	280	31/03/2023	29
DM-01	M.P + 4%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 4% Ceniza de cáscara de Arroz	280	23/05/2023	30.2
DM-02	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	280	23/05/2023	30.0
DM-03	M.P + 8%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 8% Ceniza de cáscara de Arroz	280	24/05/2023	31.0
DM-04	M.P + 10%CCA : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 + 10% Ceniza de cáscara de Arroz	280	24/05/2023	31.4

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



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

## Anexo 6.16. Resistencia a la compresión de concreto patrón y experimental



Certificado INDECOPIN°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
Maza Yaipen, Jose Antonio

Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm2, Lambayeque"

Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 07 de abril del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 28 de abril del 2023


Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	37834	15.03	177	213.24
02	Testigo 2 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	39119	15.08	178	219.16
03	Testigo 3 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	38075	15.06	178	213.75
04	Testigo 4 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	46976	15.34	185	254.03
05	Testigo 5 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	45288	15.31	184	246.09
06	Testigo 6 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	46878	15.29	184	255.44
07	Testigo 7 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	55424	15.45	187	295.61
08	Testigo 8 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	53481	15.32	184	289.96
09	Testigo 9 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	54533	15.36	185	294.39
10	Testigo 10 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	53459	15.36	185	288.60

D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904





Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Martes, 04 de abril del 2023  
 Fin de Ensayo : Martes, 02 de mayo del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 21 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	11/04/2023	7	45215	15.38	186	243.26
02	Testigo 22 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	11/04/2023	7	44171	15.22	182	242.88
03	Testigo 23 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	11/04/2023	7	43977	15.33	185	238.30
04	Testigo 24 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	18/04/2023	14	51243	15.35	185	277.08
05	Testigo 25 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	18/04/2023	14	50060	15.23	182	274.81
06	Testigo 26 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	18/04/2023	14	49851	15.28	183	272.02
07	Testigo 27 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	60286	15.34	185	326.23
08	Testigo 28 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	58894	15.24	182	322.88
09	Testigo 29 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	58648	15.37	185	316.26
10	Testigo 30 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	60631	15.31	184	329.26

 D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>
**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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




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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Miércoles, 05 de abril del 2023  
 Fin de Ensayo : Miércoles, 03 de mayo del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 31 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	43828	15.35	185	236.82
02	Testigo 32 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	43605	15.24	182	239.19
03	Testigo 33 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	43155	15.25	183	236.36
04	Testigo 34 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	49672	15.34	185	268.83
05	Testigo 35 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	49420	15.26	183	270.05
06	Testigo 36 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	48909	15.33	185	265.07
07	Testigo 37 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	58437	15.36	185	315.51
08	Testigo 38 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	58140	15.35	185	314.13
09	Testigo 39 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	57540	15.28	183	313.82
10	Testigo 40 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	56797	15.29	184	309.39

D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




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




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

**Solicitud de Ensayo** : **CS012-2023LEMS W&C**  
**Solicitante** : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque"  
**Ubicación** : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Viernes, 24 de marzo del 2023  
**Inicio de Ensayo** : Miércoles, 05 de abril del 2023  
**Fin de Ensayo** : Miércoles, 03 de mayo del 2023  
**Ensayo** : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
**Referencia** : N.T.P. 339.034:2021

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kg)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 41 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	41371	15.35	185	223.53
02	Testigo 42 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	41583	15.24	182	228.10
03	Testigo 43 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	42053	15.23	182	230.83
04	Testigo 44 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	47727	15.37	186	257.25
05	Testigo 45 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	47969	15.25	183	262.71
06	Testigo 46 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	48501	15.36	185	261.86
07	Testigo 47 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	55161	15.39	186	296.72
08	Testigo 48 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	55444	15.38	186	298.51
09	Testigo 49 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	56071	15.32	184	304.00
10	Testigo 50 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	55765	15.34	185	301.60

 D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>
**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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




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

## Anexo 6.17. Resistencia a la tracción indirecta de concreto patrón y experimental



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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
Maza Yaipen, Jose Antonio  
Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm2, Lambayeque"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 07 de abril del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 28 de abril del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
01	Testigo 1 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	119320	151	303	1.67	16.99
02	Testigo 2 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	130870	153	305	1.78	18.18
03	Testigo 3 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	07/04/2023	7	114030	153	303	1.57	15.98
04	Testigo 4 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	160320	152	305	2.20	22.41
05	Testigo 5 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	150870	153	303	2.07	21.08
06	Testigo 6 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	14/04/2023	14	141030	155	303	1.92	19.58
07	Testigo 7 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	189830	153	304	2.60	26.48
08	Testigo 8 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	171160	154	303	2.34	23.83
09	Testigo 9 - D.Patrón 280	280	31/03/2023	28/04/2023	28	174590	153	303	2.39	24.39
10	Testigo 10 - D.Patrón 281	280	31/03/2023	28/04/2023	28	159300	154	309	2.14	21.80

Donde:

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

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maiza Yaipen, Jose Antonio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm2, Lambayeque"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Martes, 04 de abril del 2023  
 Fin de Ensayo : Martes, 02 de mayo del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
11	Testigo 11 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	11/04/2023	7	142100	150	305	1.97	20.13
12	Testigo 12 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	11/04/2023	7	129140	152	301	1.79	18.29
13	Testigo 13 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	11/04/2023	7	162230	151	302	2.26	23.02
14	Testigo 14 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	18/04/2023	14	178410	150	303	2.50	25.48
15	Testigo 15 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	18/04/2023	14	185900	151	301	2.60	26.48
16	Testigo1 6 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	18/04/2023	14	160400	153	303	2.21	22.50
17	Testigo 17 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	185210	153	304	2.53	25.81
18	Testigo 18 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	175140	151	304	2.43	24.78
19	Testigo 19 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	203660	153	303	2.81	28.63
20	Testigo 20 - M.P + 4%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	206700	150	305	2.87	29.26

Donde:

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

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm2, Lambayeque"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Martes, 04 de abril del 2023  
 Fin de Ensayo : Martes, 02 de mayo del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

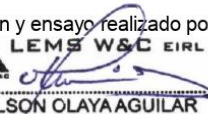
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
21	Testigo 21 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	11/04/2023	7	161250	152	304	2.23	22.72
22	Testigo 22 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	11/04/2023	7	142910	155	302	1.94	19.79
23	Testigo 23 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	11/04/2023	7	179920	154	304	2.45	24.97
24	Testigo 24 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	18/04/2023	14	209420	151	305	2.89	29.45
25	Testigo 25 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	18/04/2023	14	197890	150	301	2.78	28.34
26	Testigo 26 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	18/04/2023	14	172390	153	300	2.38	24.29
27	Testigo 27 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	198200	151	305	2.73	27.88
28	Testigo 28 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	185160	154	301	2.54	25.92
29	Testigo 29 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	214650	153	303	2.94	29.99
30	Testigo 30 - M.P + 6%CCA	280	04/04/2023	02/05/2023	28	225710	152	301	3.13	31.93

Donde:

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

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm2, Lambayeque"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Inicio de Ensayo : Miércoles, 05 de abril del 2023.  
 Fin de Ensayo : Miércoles, 03 de mayo del 2023  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
31	Testigo 31 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	127120	155	303	1.73	17.63
32	Testigo 32 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	116160	151	301	1.62	16.56
33	Testigo 33 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	150200	152	304	2.06	21.05
34	Testigo 34 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	164270	150	302	2.30	23.49
35	Testigo 35 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	176360	152	303	2.44	24.86
36	Testigo 36 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	150340	153	301	2.09	21.29
37	Testigo 37 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	179200	153	302	2.46	25.12
38	Testigo 38 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	167160	150	303	2.34	23.85
39	Testigo 39 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	185650	151	300	2.60	26.54
40	Testigo 40 - M.P + 8%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	187140	154	304	2.54	25.87

Donde:

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

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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



**Solicitud de Ensayo** : CS012-2023LEMS W&C  
**Solicitante** : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque"  
**Ubicación** : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Viernes, 24 de marzo del 2023  
**Inicio de Ensayo** : Miércoles, 05 de abril del 2023.  
**Fin de Ensayo** : Miércoles, 03 de mayo del 2023  
**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
**Referencia** : N.T.P 339.084: 2022

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm <sup>2</sup> )
41	Testigo 41 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	110630	151	304	1.53	15.60
42	Testigo 42 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	106320	152	302	1.47	14.98
43	Testigo 43 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	12/04/2023	7	114270	150	301	1.61	16.37
44	Testigo 44 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	124240	153	304	1.70	17.32
45	Testigo 45 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	138390	152	305	1.89	19.31
46	Testigo 46 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	19/04/2023	14	151310	150	301	2.13	21.70
47	Testigo 47 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	152500	154	303	2.08	21.16
48	Testigo 48 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	165200	152	304	2.27	23.16
49	Testigo 49 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	142350	150	302	2.00	20.35
50	Testigo 50 - M.P + 10%CCA	280	05/04/2023	03/05/2023	28	178270	153	300	2.47	25.14

Donde:

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

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Anexo 6.18. Resistencia a la flexión de concreto patrón y experimental.



Certificado INDECOPIN°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitante : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO  
MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO  
Proyecto / Obra : TESIS "INFLUENCIA DE LA GENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F' C 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Inicio de Ensayo : Viernes, 07 de abril del 2023  
Fin de Ensayo : Viernes, 28 de abril del 2023  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	07/04/2023	7	19560	450	152	152	0	2.53	25.81
02	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	07/04/2023	7	18350	450	151	151	0	2.41	24.62
03	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	07/04/2023	7	21690	450	150	151	0	2.88	29.39
04	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	14/04/2023	14	24980	450	152	152	0	3.23	32.96
05	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	14/04/2023	14	21650	450	151	151	0	2.83	28.85
06	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	14/04/2023	14	21970	450	151	151	0	2.90	29.57
07	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	28/04/2023	28	28130	450	151	151	0	3.68	37.49
08	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	28/04/2023	28	26290	450	151	151	0	3.47	35.39
09	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	28/04/2023	28	25940	450	152	152	0	3.35	34.12
10	PC - f'c 280 kg/cm2	31/03/2023	28/04/2023	28	25820	450	151	152	0	3.33	33.96


D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

 <b>Universidad César Vallejo</b>	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>		<b>CÓDIGO:</b>	<b>LMSM-ERF</b>
	<b>ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>		<b>VERSIÓN:</b>	<b>01</b>
	<b>NTP 339.078 / ASTM C78/C78M-21</b>		<b>FECHA:</b>	<b>30-06-2023</b>
				<b>PÁGINA:</b>

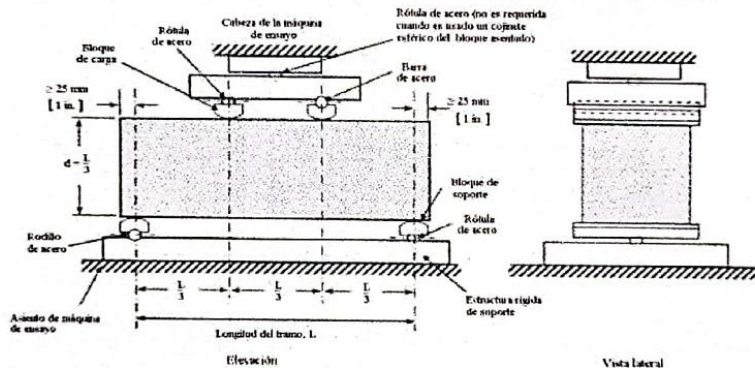
**PROYECTO :** TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC= 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE.

**SOLICITANTE :** CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO / MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO

**UBICACIÓN :** CHICLAYO - LAMBAYEQUE

**FECHA :** JUNIO DEL 2023


N° de Testigos	Descripción	Fecha		Edad (días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga		Ancho de falla (cm)	Altura de falla (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)
		Vaciado	Rotura						Kgs	N				
1	MPV - CCA 4%	23/05/2023	30/05/2023	7	53.00	15.10	15.15	45.00	1620	15886	15.20	15.10	21.03	27.87
2	MPV - CCA 4%	23/05/2023	30/05/2023	7	53.00	15.15	15.10	45.00	2310	22652	15.15	15.05	30.29	
3	MPV - CCA 4%	23/05/2023	30/05/2023	7	53.00	15.00	15.00	45.00	2470	24221	15.10	15.10	32.28	
4	MPV - CCA 4%	23/05/2023	6/06/2023	14	52.77	14.77	15.00	45.00	2460	24123	15.22	15.05	32.11	30.94
5	MPV - CCA 4%	23/05/2023	6/06/2023	14	53.50	17.43	15.00	45.00	2640	25888	17.58	15.05	29.83	
6	MPV - CCA 4%	23/05/2023	6/06/2023	14	53.27	15.75	15.00	45.00	2470	24221	16.00	15.00	30.88	
7	MPV - CCA 4%	23/05/2023	20/06/2023	28	54.60	14.67	15.43	45.00	3230	31673	15.47	15.33	39.98	
8	MPV - CCA 4%	23/05/2023	20/06/2023	28	52.90	15.00	15.40	45.00	2870	28143	15.83	15.33	34.72	37.95
9	MPV - CCA 4%	23/05/2023	20/06/2023	28	50.50	15.67	15.40	45.00	3100	30399	15.30	15.10	39.99	
10	MPV - CCA 4%	23/05/2023	20/06/2023	28	53.20	15.27	15.23	45.00	2920	28634	15.33	15.20	37.10	



Fuente : norma técnica peruana (NTP 339.078)

\* Muestreo y curado fueron realizados por el solicitante.

<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES (LMSM)</b>	
RESPONSABLE LMSM	COORDINADO E.P. ING. CIVIL
Nombre y firma:  <b>CARLOS KLEIN PARRA NAUCA</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP 248030	Nombre y firma:  

 <b>Universidad César Vallejo</b>	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>		<b>CÓDIGO:</b>	<b>LMSM-ERF</b>
	<b>ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>		<b>VERSIÓN:</b>	<b>01</b>
	<b>NTP 339.078 / ASTM C78/C78M-21</b>		<b>FECHA:</b>	<b>30-06-2023</b>
				<b>PÁGINA:</b>

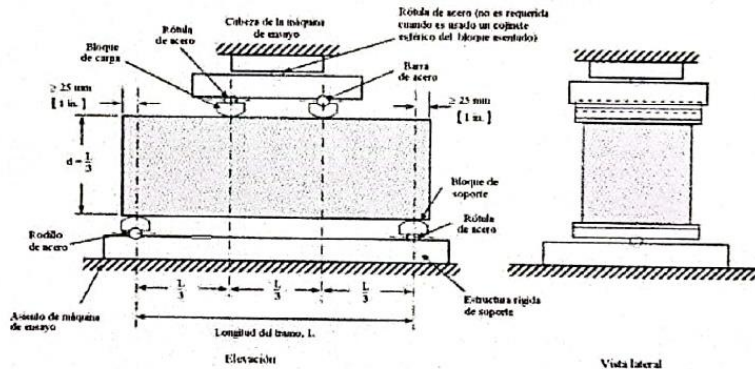
**PROYECTO :** TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC= 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE.

**SOLICITANTE :** CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO / MAZA YAPEN JOSE ANTONIO

**UBICACIÓN :** CHICLAYO - LAMBAYEQUE

**FECHA :** JUNIO DEL 2023


N° de Testigos	Descripción	Fecha		Edad (días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga		Ancho de falla (cm)	Altura de falla (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)
		Vaciado	Rotura						Kgs	N				
1	MPV - CCA 6%	23/05/2023	30/05/2023	7	53.10	15.10	15.15	45.00	2250	22064	15.19	15.15	28.04	27.92
2	MPV - CCA 6%	23/05/2023	30/05/2023	7	53.20	15.15	15.00	45.00	1950	19122	15.19	15.15	25.17	
3	MPV - CCA 6%	23/05/2023	30/05/2023	7	53.15	15.10	15.10	45.00	2280	22358	15.13	15.15	29.54	
4	MPV - CCA 6%	23/05/2023	6/06/2023	14	50.00	15.50	15.00	45.00	2670	26182	15.55	15.12	33.80	32.77
5	MPV - CCA 6%	23/05/2023	6/06/2023	14	50.00	15.37	15.50	45.00	2440	23927	15.39	15.10	31.29	
6	MPV - CCA 6%	23/05/2023	6/06/2023	14	53.00	16.00	15.00	45.00	2710	26574	16.10	15.10	33.22	
7	MPV - CCA 6%	23/05/2023	20/06/2023	28	52.90	14.75	15.45	45.00	3150	30889	15.23	15.07	40.98	39.28
8	MPV - CCA 6%	23/05/2023	20/06/2023	28	53.20	14.73	15.67	45.00	3250	31870	15.33	15.23	41.13	
9	MPV - CCA 6%	23/05/2023	20/06/2023	28	53.10	14.23	15.20	45.00	2970	29124	15.17	15.10	38.64	
10	MPV - CCA 6%	23/05/2023	20/06/2023	28	52.77	14.97	15.40	45.00	2960	29026	15.50	15.37	36.38	



Fuente : norma técnica peruana (NTP 339.078 )

\* Muestreo y curado fueron realizados por el solicitante.

<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES ( LMSM )</b>	
<b>RESPONSABLE LMSM</b> Nombre y firma:  <b>CARLOS KLEIN PARRA NAUCA</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>RÉG. CIP 248030</b>	<b>COORDINADO E.P. ING. CIVIL</b> Nombre:  

 <b>Universidad César Vallejo</b>	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>		<b>CÓDIGO:</b>	<b>LMSM-ERF</b>
	<b>ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>		<b>VERSIÓN:</b>	<b>01</b>
	<b>NTP 339.078 / ASTM C78/C78M-21</b>		<b>FECHA:</b>	<b>30-06-2023</b>
				<b>PÁGINA:</b>

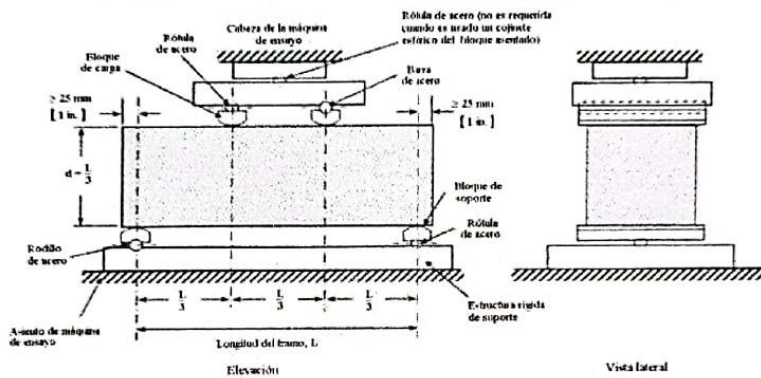
PROYECTO : TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC= 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO / MAZA YAPEN JOSE ANTONIO

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JUNIO DEL 2023


N° de Testigos	Descripción	Fecha		Edad (días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga		Ancho de falla (cm)	Altura de falla (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)
		Vaciado	Rotura						Kgs	N				
1	MPV - CCA 8%	24/05/2023	31/05/2023	7	53.15	15.15	15.00	45.00	2060	20200	15.17	15.10	28.80	29.35
2	MPV - CCA 8%	24/05/2023	31/05/2023	7	53.15	15.15	15.00	45.00	2300	22554	15.70	15.10	28.91	
3	MPV - CCA 8%	24/05/2023	31/05/2023	7	53.15	15.15	15.00	45.00	2480	24319	15.13	15.10	32.35	
4	MPV - CCA 8%	24/05/2023	7/06/2023	14	53.10	15.07	15.00	45.00	2560	25103	15.12	15.07	33.55	31.77
5	MPV - CCA 8%	24/05/2023	7/06/2023	14	52.90	15.50	14.80	45.00	2290	22456	15.55	14.90	29.85	
6	MPV - CCA 8%	24/05/2023	7/06/2023	14	54.33	15.50	15.10	45.00	2520	24711	15.56	15.11	31.92	
7	MPV - CCA 8%	24/05/2023	21/06/2023	28	50.70	14.90	14.80	45.00	2750	26967	15.10	15.20	35.47	34.99
8	MPV - CCA 8%	24/05/2023	21/06/2023	28	53.50	15.20	15.37	45.00	2640	25888	15.57	15.13	33.33	
9	MPV - CCA 8%	24/05/2023	21/06/2023	28	52.77	14.87	15.23	45.00	2860	28045	15.37	15.13	36.58	
10	MPV - CCA 8%	24/05/2023	21/06/2023	28	53.07	15.20	15.47	45.00	2820	27653	15.53	15.37	34.59	



Fuente : norma técnica peruana (NTP 339.078)

\* Muestreo y curado fueron realizada por el solicitante.

<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES (LMSM)</b>	
RESPONSABLE LMSM Nombre y firma:  <b>CARLOS KLEIN PARRA NAUCA</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP 248030	COORDINADO E.P. ING. CIVIL Nombre:  

 <b>Universidad César Vallejo</b>	<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES</b>				<b>CÓDIGO:</b>	<b>LMSM-ERF</b>
	<b>ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>				<b>VERSIÓN:</b>	<b>01</b>
	<b>NTP 339.078 / ASTM C78/C78M-21</b>				<b>FECHA:</b>	<b>30-06-2023</b>
					<b>PÁGINA:</b>	<b>1 de 1</b>

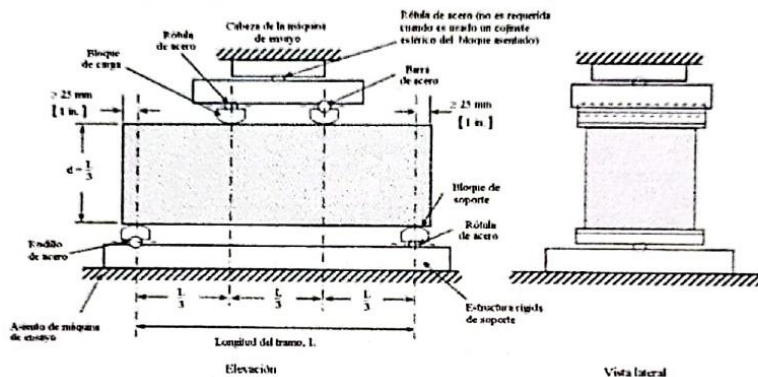
PROYECTO : TESIS : INFLUENCIA DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC= 280 KG/CM2, LAMBAYEQUE.

SOLICITANTE : CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO / MAZA YAPIEN JOSÉ ANTONIO

UBICACIÓN : CHICLAYO - LAMBAYEQUE

FECHA : JUNIO DEL 2023

N° de Testigos	Descripción	Fecha		Edad (días)	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga		Ancho de falla (cm)	Altura de falla (cm)	Mr (Kg/cm2)	Mr promedio (Kg/cm2)
		Vaciado	Rotura						Kgs	N				
1	MPV - CCA 10%	24/05/2023	31/05/2023	7	53.10	15.00	15.00	45.00	2140	20985	15.07	15.10	28.03	27.19
2	MPV - CCA 10%	24/05/2023	31/05/2023	7	53.50	15.50	15.50	45.00	1920	18828	15.55	15.50	23.13	
3	MPV - CCA 10%	24/05/2023	31/05/2023	7	52.50	17.00	15.00	45.00	2600	25496	17.10	15.00	30.41	
4	MPV - CCA 10%	24/05/2023	7/06/2023	14	53.10	15.75	15.10	45.00	2720	26672	15.76	15.10	34.06	33.97
5	MPV - CCA 10%	24/05/2023	7/06/2023	14	52.55	15.50	15.50	45.00	2760	27065	15.51	15.50	33.33	
6	MPV - CCA 10%	24/05/2023	7/06/2023	14	54.33	14.50	15.50	45.00	2680	26280	14.51	15.52	34.51	
7	MPV - CCA 10%	24/05/2023	21/06/2023	28	53.17	14.80	15.27	45.00	2460	24123	15.27	15.10	31.79	33.88
8	MPV - CCA 10%	24/05/2023	21/06/2023	28	50.13	15.70	15.57	45.00	2730	26770	15.70	15.07	34.45	
9	MPV - CCA 10%	24/05/2023	21/06/2023	28	52.87	14.73	15.33	45.00	2700	26476	14.70	15.10	36.25	
10	MPV - CCA 10%	24/05/2023	21/06/2023	28	52.95	15.57	15.30	45.00	2520	24711	15.17	15.23	32.23	



Fuente : norma técnica peruana (NTP 339.078)

\* Muestreo y curado fueron realizados por el solicitante.

<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES ( LMSM )</b>	
RESPONSABLE LMSM	COORDINADO E.P. ING. CIVIL
Nombre y firma:  <b>CARLOS KLEIN PARRA NAVAJA</b> <b>INGENIERO CIVIL</b> <b>REG. CIP 249090</b>	Nombre y firma:  

## Anexo 6.19. Módulo elástico del concreto patrón y experimental.



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

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
Maza Yaipen, Jose Antonio  
Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm2, Lambayeque"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm2) - sustitución del 0% al cemento por CCA  
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z$ (S <sub>z</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 1 - D.Patrón 280	31/03/2023	07/04/2023	7	213.24	85	14.60897	0.000376	217132	219715.46
Testigo 2 - D.Patrón 280	31/03/2023	07/04/2023	7	219.16	88	15.09127	0.000375	223002	
Testigo 3 - D.Patrón 280	31/03/2023	07/04/2023	7	213.75	86	14.74200	0.000373	219013	
Testigo 4 - D.Patrón 280	31/03/2023	14/04/2023	14	254.03	102	15.46864	0.000409	239751	237326.91
Testigo 5 - D.Patrón 280	31/03/2023	14/04/2023	14	246.09	98	14.96275	0.000409	232621	
Testigo 6 - D.Patrón 280	31/03/2023	14/04/2023	14	255.44	102	15.48725	0.000412	239609	
Testigo 7 - D.Patrón 280	31/03/2023	28/04/2023	28	295.61	118	16.25657	0.000447	257212	256195.42
Testigo 8 - D.Patrón 280	31/03/2023	28/04/2023	28	289.96	116	15.94364	0.000440	256620	
Testigo 9 - D.Patrón 280	31/03/2023	28/04/2023	28	294.39	118	16.13534	0.000448	255334	
Testigo 10 - D.Patrón 280	31/03/2023	28/04/2023	28	288.60	115	17.57369	0.000433	255616	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>) - sustitucion del 4% al cemento por CCA  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 11 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	11/04/2023	7	237.23	95	14.44674	0.000399	230419	230668.76
Testigo 12 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	11/04/2023	7	230.03	92	15.70528	0.000385	227587	
Testigo 13 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	11/04/2023	7	235.91	94	14.39004	0.000392	234001	
Testigo 14 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	18/04/2023	14	267.98	107	16.34635	0.000422	244232	244410.34
Testigo 15 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	18/04/2023	14	263.38	105	16.09319	0.000415	244798	
Testigo 16 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	18/04/2023	14	262.14	105	16.38855	0.000412	244201	
Testigo 17 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	02/05/2023	28	308.68	123	17.03098	0.000453	263848	262705.67
Testigo 18 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	02/05/2023	28	303.42	121	16.96170	0.000448	262653	
Testigo 19 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	02/05/2023	28	306.09	122	16.83229	0.000453	261936	
Testigo 20 - M.P + 4%CCA	04/04/2023	02/05/2023	28	303.12	121	16.94608	0.000448	262385	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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




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



Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm2, Lambayeque"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm2) - sustitucion del 6% al cemento por CCA  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 21 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	11/04/2023	7	243.34	97	15.11568	0.000400	235189	233137.39
Testigo 22 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	11/04/2023	7	243.05	97	15.04748	0.000403	233042	
Testigo 23 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	11/04/2023	7	238.44	95	14.56764	0.000400	231181	
Testigo 24 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	18/04/2023	14	277.17	111	17.10158	0.000425	249727	248514.25
Testigo 25 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	18/04/2023	14	274.98	110	16.73528	0.000425	248374	
Testigo 26 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	18/04/2023	14	272.11	109	16.69253	0.000422	247442	
Testigo 27 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	02/05/2023	28	326.46	131	17.95301	0.000463	272500	270764.14
Testigo 28 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	02/05/2023	28	322.99	129	17.70079	0.000463	269888	
Testigo 29 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	02/05/2023	28	316.56	127	17.58001	0.000459	266766	
Testigo 30 - M.P + 6%CCA	04/04/2023	02/05/2023	28	329.19	132	18.04202	0.000465	273903	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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

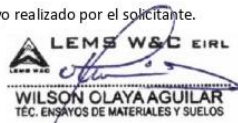


**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm2, Lambayeque"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm2) - sustitucion del 8% al cemento por CCA  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 31 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	12/04/2023	7	236.80	95	14.44575	0.000398	230377	231598.84
Testigo 32 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	12/04/2023	7	239.26	96	14.86228	0.000400	231239	
Testigo 33 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	12/04/2023	7	236.37	95	14.70612	0.000392	233180	
Testigo 34 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	19/04/2023	14	268.67	107	16.55193	0.000420	246011	245555.04
Testigo 35 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	19/04/2023	14	270.13	108	16.41337	0.000425	244128	
Testigo 36 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	19/04/2023	14	265.02	106	16.21819	0.000414	246526	
Testigo 37 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	03/05/2023	28	315.54	126	17.35147	0.000455	268850	266160.21
Testigo 38 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	03/05/2023	28	314.06	126	17.15570	0.000458	265891	
Testigo 39 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	03/05/2023	28	313.38	125	17.17730	0.000456	266168	
Testigo 40 - M.P + 8%CCA	05/04/2023	03/05/2023	28	309.18	124	16.94467	0.000455	263732	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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

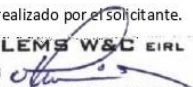


**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitud de Ensayo : **CS012-2023LEMS W&C**  
 Solicitante : Correa Tuanama, Yheral Antonio  
 Maza Yaipen, Jose Antonio  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de apertura : Viernes, 24 de marzo del 2023  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>) - sustitucion del 10% al cemento por CCA  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Testigo 41 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	12/04/2023	7	223.45	89	13.72098	0.000389	223046	224869.94
Testigo 42 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	12/04/2023	7	228.16	91	13.94021	0.000391	226671	
Testigo 43 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	12/04/2023	7	230.80	92	14.10264	0.000398	224893	
Testigo 44 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	19/04/2023	14	257.14	103	15.76174	0.000407	244238	242562.59
Testigo 45 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	19/04/2023	14	262.74	105	15.86798	0.000422	240131	
Testigo 46 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	19/04/2023	14	261.14	104	15.99381	0.000414	243318	
Testigo 47 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	03/05/2023	28	296.81	119	16.43019	0.000444	259906	261074.24
Testigo 48 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	03/05/2023	28	298.10	119	16.42125	0.000452	255498	
Testigo 49 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	03/05/2023	28	304.09	122	16.79002	0.000445	265654	
Testigo 50 - M.P + 10%CCA	05/04/2023	03/05/2023	28	301.70	121	16.63960	0.000445	263239	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

## Anexo 6.20. Ficha técnica del cemento



### DESCRIPCIÓN

**Cemento Portland Tipo I.** Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.



### USOS

- Cemento de uso general.

### ATRIBUTOS

**Diseño supera los requisitos de la normas nacionales**

**Altas resistencias a todas las edades**

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

### RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.



Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



**Resistencia a la compresión (PSI)**

■ Resultado Promedio ■ Requisito NTP334.090 / ASTM C150



G-CC-F-04  
Versión 04

# Cemento Portland tipo I

## Requisitos Normalizados

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

Resultado promedio de nuestros productos.

### Propiedades Químicas

QUÍMICOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO <sub>3</sub> (%)	3.0 máx.	2.7
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.1
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7

### Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	2600 mín.	3810
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.12
Densidad (g/mL)	<b>A</b>	3.12
Resistencia a la compresión mín. (MPa)		
1 día	<b>A</b>	15.8
3 días	12.0	30.3
7 días	19.0	37.0
28 días <sup>(1)</sup>	28.0	42.1
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	110
Final, no mayor que:	375	238

**A** No especifica.  
(1) Requisito opcional.

### VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

**Pacasmayo**

## Anexo 7. Análisis estadísticos

### - Bases de datos ingresado al programa SPSS

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD02</b>	
--	---

**Investigadores:** Correa Tuanama, Yheral Antonio  
Maza Yaipen, José Antonio

**Investigación:** Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Departamento:** Lambayeque    **Provincia:** Chiclayo    **Distrito:** Chiclayo

**Sustitución:** Sin sustitución de ceniza de cáscara de arroz

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M001-0-07	M002-0-07	M003-0-07	Promedio	
1	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	213.24	219.16	213.75	<b>215.38</b>	
		M004-0-14	M005-0-14	M006-0-14	Promedio	
		254.03	246.09	255.44	<b>251.85</b>	
		M007-0-28	M008-0-28	M009-0-28	M010-0-28	Promedio
		295.61	289.96	294.39	288.60	<b>292.14</b>

Obs. N°	Propiedad	M011-0-07	M012-0-07	M013-0-07	Promedio	
2	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	16.99	18.18	15.98	<b>17.05</b>	
		M014-0-14	M015-0-14	M016-0-14	Promedio	
		22.41	21.08	19.58	<b>21.03</b>	
		M017-0-28	M018-0-28	M019-0-28	M020-0-28	Promedio
		26.48	23.83	24.39	21.80	<b>24.13</b>

Obs. N°	Propiedad	M021-0-07	M022-0-07	M023-0-07	Promedio	
3	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	25.81	24.62	29.39	<b>26.61</b>	
		M024-0-14	M025-0-14	M026-0-14	Promedio	
		32.96	28.85	29.57	<b>30.46</b>	
		M027-0-28	M028-0-28	M029-0-28	M030-0-28	Promedio
		37.49	35.39	34.12	33.96	<b>35.24</b>

Obs. N°	Propiedad	M031-0-07	M032-0-07	M033-0-07	Promedio	
4	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	217131.74	223001.65	219012.98	<b>219715.46</b>	
		M034-0-14	M035-0-14	M036-0-14	Promedio	
		239751.35	232620.82	239608.55	<b>237326.91</b>	
		M037-0-28	M038-0-28	M039-0-28	M040-0-28	Promedio
		257211.96	256619.79	255334.27	255615.67	<b>256195.42</b>

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD03



**Investigadores:** Correa Tuanama, Yheral Antonio  
Maza Yaipen, José Antonio

**Investigación:** Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Departamento:** Lambayeque    **Provincia:** Chiclayo    **Distrito:** Chiclayo

**Sustitución:** **Sustituyendo al cemento en 4% de ceniza de cáscara de arroz**

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M041-0.2-07	M042-0.2-07	M043-0.2-07	Promedio	
5	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	237.16	230.05	234.82	<b>234.01</b>	
		M044-0.2-14	M045-0.2-14	M046-0.2-14	Promedio	
		267.69	263.45	262.07	<b>264.41</b>	
		M047-0.2-28	M048-0.2-28	M049-0.2-28	M050-0.2-28	Promedio
		308.59	303.30	306.20	303.03	<b>305.28</b>

Obs. N°	Propiedad	M051-0.2-07	M052-0.2-07	M053-0.2-07	Promedio	
6	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	20.13	18.29	23.02	<b>20.48</b>	
		M054-0.2-14	M055-0.2-14	M056-0.2-14	Promedio	
		25.48	26.48	22.50	<b>24.82</b>	
		M057-0.2-28	M058-0.2-28	M059-0.2-28	M060-0.2-28	Promedio
		25.81	24.78	28.63	29.26	<b>27.12</b>

Obs. N°	Propiedad	M061-0.2-07	M062-0.2-07	M063-0.2-07	Promedio	
7	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	21.03	30.29	32.28	<b>27.87</b>	
		M064-0.2-14	M065-0.2-14	M066-0.2-14	Promedio	
		32.11	29.83	30.88	<b>30.94</b>	
		M067-0.2-28	M068-0.2-28	M069-0.2-28	M070-0.2-28	Promedio
		39.98	34.72	39.99	37.10	<b>37.95</b>

Obs. N°	Propiedad	M071-0.2-07	M072-0.2-07	M073-0.2-07	Promedio	
8	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	230418.78	227586.88	234000.62	<b>230668.76</b>	
		M074-0.2-14	M075-0.2-14	M076-0.2-14	Promedio	
		244231.79	244797.90	244201.33	<b>244410.34</b>	
		M077-0.2-28	M078-0.2-28	M079-0.2-28	M080-0.2-28	Promedio
		263848.27	262652.85	261936.21	262385.34	<b>262705.67</b>

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD04



**Investigadores:** Correa Tuanama, Yheral Antonio  
Maza Yaipen, José Antonio

**Investigación:** Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Departamento:** Lambayeque      **Provincia:** Chiclayo      **Distrito:** Chiclayo

**Sustitución:** **Sustituyendo al cemento en 6% de ceniza de cáscara de arroz**

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M081-0.2-07	M082-0.2-07	M083-0.2-07	Promedio	
9	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	243.26	242.88	238.30	<b>241.48</b>	
		M084-0.2-14	M085-0.2-14	M086-0.2-14	Promedio	
		277.08	274.81	272.02	<b>274.64</b>	
		M087-0.2-28	M088-0.2-28	M089-0.2-28	M090-0.2-28	Promedio
		326.23	322.88	316.26	329.26	<b>323.66</b>

Obs. N°	Propiedad	M091-0.2-07	M092-0.2-07	M093-0.2-07	Promedio	
10	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	22.72	19.79	24.97	<b>22.49</b>	
		M094-0.2-14	M095-0.2-14	M096-0.2-14	Promedio	
		29.45	28.34	24.29	<b>27.36</b>	
		M097-0.2-28	M098-0.2-28	M099-0.2-28	M0100-0.2-28	Promedio
		27.88	25.92	29.99	31.93	<b>28.93</b>

Obs. N°	Propiedad	M0101-0.2-07	M0102-0.2-07	M0103-0.2-07	Promedio	
11	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	29.04	25.17	29.54	<b>27.92</b>	
		M0104-0.2-14	M0105-0.2-14	M0106-0.2-14	Promedio	
		33.8	31.29	33.22	<b>32.77</b>	
		M0107-0.2-28	M0108-0.2-28	M0109-0.2-28	M0110-0.2-28	Promedio
		40.98	41.13	38.64	36.38	<b>39.28</b>

Obs. N°	Propiedad	M0111-0.2-07	M0112-0.2-07	M0113-0.2-07	Promedio	
12	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	235188.77	233041.99	231181.41	<b>233137.39</b>	
		M0114-0.2-14	M0115-0.2-14	M0116-0.2-14	Promedio	
		249726.85	248373.75	247442.14	<b>248514.25</b>	
		M0117-0.2-28	M0118-0.2-28	M0119-0.2-28	M0120-0.2-28	Promedio
		272499.93	269888.10	266765.60	273902.94	<b>270764.14</b>

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia



## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD05



**Investigadores:** Correa Tuanama, Yheral Antonio  
Maza Yaipen, José Antonio

**Investigación:** Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Departamento:** Lambayeque      **Pronvincia:** Chiclayo      **Distrito:** Chiclayo

**Sustitución:** **Sustituyendo al cemento en 8% de ceniza de cáscara de arroz**

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M0121-0.2-07	M0122-0.2-07	M0123-0.2-07	Promedio	
13	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	236.82	239.19	236.36	<b>237.45</b>	
		M0124-0.2-14	M0125-0.2-14	M0126-0.2-14	Promedio	
		268.83	270.05	265.07	<b>267.98</b>	
		M0127-0.2-28	M0128-0.2-28	M0129-0.2-28	M0130-0.2-28	Promedio
		315.51	314.13	313.82	309.39	<b>313.21</b>

Obs. N°	Propiedad	M0131-0.2-07	M0132-0.2-07	M0133-0.2-07	Promedio	
14	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	17.63	16.56	21.05	<b>18.41</b>	
		M0134-0.2-14	M0135-0.2-14	M0136-0.2-14	Promedio	
		23.49	24.86	21.29	<b>23.21</b>	
		M0137-0.2-28	M0138-0.2-28	M0139-0.2-28	M0140-0.2-28	Promedio
		25.12	23.85	26.54	25.87	<b>25.35</b>

Obs. N°	Propiedad	M0141-0.2-07	M0142-0.2-07	M0143-0.2-07	Promedio	
15	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	26.80	28.91	32.35	<b>29.35</b>	
		M0144-0.2-14	M0145-0.2-14	M0146-0.2-14	Promedio	
		33.55	29.85	31.92	<b>31.77</b>	
		M0147-0.2-28	M0148-0.2-28	M0149-0.2-28	M0150-0.2-28	Promedio
		35.47	33.33	36.58	34.59	<b>34.99</b>

Obs. N°	Propiedad	M0151-0.2-07	M0152-0.2-07	M0153-0.2-07	Promedio	
16	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	230377.28	231239.21	233180.04	<b>231598.84</b>	
		M0154-0.2-14	M0155-0.2-14	M0156-0.2-14	Promedio	
		246010.98	244128.48	246525.67	<b>245555.04</b>	
		M0157-0.2-28	M0158-0.2-28	M0159-0.2-28	M0160-0.2-28	Promedio
		268849.67	265890.77	266168.48	263731.93	<b>266160.21</b>

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD06



**Investigadores:** Correa Tuanama, Yheral Antonio  
Maza Yaipen, José Antonio

**Investigación:** Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque

**Departamento:** Lambayeque      **Pronvincia:** Chiclayo      **Distrito:** Chiclayo

**Sustitución:** **Sustituyendo al cemento en 10% de ceniza de cáscara de arroz**

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	M0161-0.2-07	M0162-0.2-07	M0163-0.2-07	Promedio	
		223.53	228.10	230.83	<b>227.48</b>	
17	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	M0164-0.2-14	M0165-0.2-14	M0166-0.2-14	Promedio	
		257.25	262.71	261.86	<b>260.61</b>	
		M0167-0.2-28	M0168-0.2-28	M0169-0.2-28	M0170-0.2-28	Promedio
		296.72	298.51	304.00	301.60	<b>300.21</b>
Obs. N°	Propiedad	M0171-0.2-07	M0172-0.2-07	M0173-0.2-07	Promedio	
		15.60	14.98	16.37	<b>15.65</b>	
18	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	M0174-0.2-14	M0175-0.2-14	M0176-0.2-14	Promedio	
		17.32	19.31	21.70	<b>19.45</b>	
		M0177-0.2-28	M0178-0.2-28	M0179-0.2-28	M0180-0.2-28	Promedio
		21.16	23.16	20.35	25.14	<b>22.45</b>
Obs. N°	Propiedad	M0181-0.2-07	M0182-0.2-07	M0183-0.2-07	Promedio	
		28.03	23.13	30.41	<b>27.19</b>	
19	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	M0184-0.2-14	M0185-0.2-14	M0186-0.2-14	Promedio	
		34.06	33.33	34.51	<b>33.97</b>	
		M0187-0.2-28	M0188-0.2-28	M0189-0.2-28	M0190-0.2-28	Promedio
		31.79	34.45	36.25	32.23	<b>33.68</b>
Obs. N°	Propiedad	M0191-0.2-07	M0192-0.2-07	M0193-0.2-07	Promedio	
		223046.46	226670.72	224892.64	<b>224869.94</b>	
20	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	M0194-0.2-14	M0195-0.2-14	M0196-0.2-14	Promedio	
		244238.47	240131.18	243318.12	<b>242562.59</b>	
		M0197-0.2-28	M0198-0.2-28	M0199-0.2-28	M0200-0.2-28	Promedio
		259906.09	255497.55	265653.86	263239.45	<b>261074.24</b>

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

## Anexo 7-1. Análisis estadístico de la resistencia a la compresión

### Curado a los 7 días

Supuestos que debe cumplir:

#### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 1. Prueba de normalidad de la compresión a los 7 días

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_compr esión_7días	,180	15	,200*	,907	15	,121

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

La muestra es n=15, como  $n \leq 50$  por lo tanto se usará la prueba de Shapiro Wilk. A nivel de significancia del 5%; existe evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal, por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

#### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 2. Prueba de homocedasticidad de la compresión a los 7 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia_a_la_compresión_7días	Se basa en la media	,703	4	10	,608
	Se basa en la mediana	,188	4	10	,939
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,188	4	8,460	,938
	Se basa en la media recortada	,644	4	10	,644

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Para esta prueba se basó en la significancia de la media, la cual los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , por ende presenta igual varianza, posteriormente se realizará la prueba de Varianza de medias (ANOVA).

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

Figura 3. Prueba Anova de la compresión a los 7 días

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_compresión\_7días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1243,842 <sup>a</sup>	4	310,961	32,119	,000
Intersección	801408,608	1	801408,608	82776,805	,000
Sustituciones	1243,842	4	310,961	32,119	,000
Error	96,816	10	9,682		
Total	802749,266	15			
Total corregido	1340,658	14			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , esto quiere decir que los datos presentan diferencias significativas entre al menos dos medias y aplica la prueba POST HOC.

#### d. Prueba POST HOC

Para este análisis se realizará con la prueba de Tukey, debido a los tamaños de los grupos que son iguales, este nos indicará si existen diferencias significativas entre la muestra patrón y las muestras experimentales con distintos % de CCA.

Se dice que existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig.<0,05).

Figura 4. Prueba de Tukey de la compresión a los 7 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_compresión\_7días

		(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
							Límite inferior	Límite superior	
HSD Tukey	0%	10%		-12,1033 <sup>*</sup>	2,54055	,005	-20,4645	-3,7422	
				4%	-18,6267 <sup>*</sup>	2,54055	,000	-26,9878	-10,2655
				6%	-25,9967 <sup>*</sup>	2,54055	,000	-34,3578	-17,6355
				8%	-22,0733 <sup>*</sup>	2,54055	,000	-30,4345	-13,7122
	10%	0%		12,1033 <sup>*</sup>	2,54055	,005	3,7422	20,4645	
				4%	-6,5233	2,54055	,151	-14,8845	1,8378
				6%	-13,8933 <sup>*</sup>	2,54055	,002	-22,2545	-5,5322
				8%	-9,9700 <sup>*</sup>	2,54055	,019	-18,3311	-1,6089
	4%	0%		18,6267 <sup>*</sup>	2,54055	,000	10,2655	26,9878	
				10%	6,5233	2,54055	,151	-1,8378	14,8845
				6%	-7,3700	2,54055	,091	-15,7311	,9911
				8%	-3,4467	2,54055	,666	-11,8078	4,9145
	6%	0%		25,9967 <sup>*</sup>	2,54055	,000	17,6355	34,3578	
				10%	13,8933 <sup>*</sup>	2,54055	,002	5,5322	22,2545
				4%	7,3700	2,54055	,091	-,9911	15,7311
				8%	3,9233	2,54055	,560	-4,4378	12,2845
8%	0%		22,0733 <sup>*</sup>	2,54055	,000	13,7122	30,4345		
			10%	9,9700 <sup>*</sup>	2,54055	,019	1,6089	18,3311	
			4%	3,4467	2,54055	,666	-4,9145	11,8078	
			6%	-3,9233	2,54055	,560	-12,2845	4,4378	

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Se observa que las sustituciones presentan diferencia significativa entre ellos, ya que sus significancias son  $\leq 0,05$ , pero cabe recalcar que el porcentaje óptimo es el 6%, esto se debe principalmente que al comparar con los demás porcentajes este tiende a ascender la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.

## Curado a los 14 días

Supuestos que debe cumplir:

### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

*Figura 5. Prueba de normalidad de la compresión a los 14 días*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_compresión_14días	,137	15	,200 <sup>*</sup>	,979	15	,961

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Se usará la prueba de Shapiro Wilk. A nivel de significancia del 5%; existe evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; los datos se distribuyen como una normal

### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

*Figura 6. Prueba de homocedasticidad de la compresión a los 14 días*

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error <sup>a,b</sup>						
		Estadístico de Levene			Sig.	
		Estadístico	gl1	gl2		
Resistencia_a_la_compresión_14días	Se basa en la media	1,202	4	10	,368	
	Se basa en la mediana	,163	4	10	,952	
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,163	4	5,981	,949	
	Se basa en la media recortada	1,059	4	10	,425	

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Para esta prueba se basó en la significancia de la media, la cual los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos presentan una igual varianza, posteriormente se realizará la prueba de Varianza de medias (ANOVA).

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

*Figura 7. Prueba Anova de la compresión a los 14 días*

Pruebas de efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Resistencia_a_la_compresión_14días					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	864,513 <sup>a</sup>	4	216,128	19,374	,000
Intersección	1044621,760	1	1044621,760	93639,397	,000
Sustituciones	864,513	4	216,128	19,374	,000
Error	111,558	10	11,156		
Total	1045597,832	15			
Total corregido	976,071	14			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , esto quiere decir que los datos presentan diferencias significativas entre al menos dos medias y aplica la prueba POST HOC.

### d. Prueba POST HOC

Para este análisis se realizará con la prueba de Tukey, debido a los tamaños de los grupos que son iguales, es decir la cantidad probetas, este nos indicará si existen diferencias significativas entre la muestra patrón y las muestras experimentales con distintos % de CCA.

Se dice que existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig. $<0,05$ ).

Figura 8. Prueba de Tukey de la compresión a los 14 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_compresión\_14días

				Intervalo de confianza al 95%			
	(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%	10%	-8,7533	2,72712	,057	-17,7285	,2218
		4%	-12,5500*	2,72712	,007	-21,5252	-3,5748
		6%	-22,7833*	2,72712	,000	-31,7585	-13,8082
		8%	-16,1300*	2,72712	,001	-25,1052	-7,1548
	10%	0%	8,7533	2,72712	,057	-,2218	17,7285
		4%	-3,7967	2,72712	,646	-12,7718	5,1785
		6%	-14,0300*	2,72712	,003	-23,0052	-5,0548
		8%	-7,3767	2,72712	,123	-16,3518	1,5985
	4%	0%	12,5500*	2,72712	,007	3,5748	21,5252
		10%	3,7967	2,72712	,646	-5,1785	12,7718
		6%	-10,2333*	2,72712	,024	-19,2085	-1,2582
		8%	-3,5800	2,72712	,690	-12,5552	5,3952
	6%	0%	22,7833*	2,72712	,000	13,8082	31,7585
		10%	14,0300*	2,72712	,003	5,0548	23,0052
		4%	10,2333*	2,72712	,024	1,2582	19,2085
		8%	6,6533	2,72712	,182	-2,3218	15,6285
	8%	0%	16,1300*	2,72712	,001	7,1548	25,1052
		10%	7,3767	2,72712	,123	-1,5985	16,3518
		4%	3,5800	2,72712	,690	-5,3952	12,5552
		6%	-6,6533	2,72712	,182	-15,6285	2,3218

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

En los porcentajes de 0% con 4%, 6% y 8% presentan diferencia significativa en sus promedios, así mismo tenemos a 10% con 6%, 4% con 0% y 6%, y este con 0%, 4% y 10%, mientras que el 8% solo con el 0% presentan diferencias y finalmente 10% con y 6%, la cual presentan variaciones en sus promedios de resistencias pero aun así al compararse entre ellos el que más resistencia proporciona a diferencia de los demás es el 6% a los 14 días.



## Curado a los 28 días

Supuestos que debe cumplir:

### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

*Figura 9.* Prueba de normalidad de la compresión a los 28 días

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_compresión_28días	,099	20	,200 <sup>*</sup>	,971	20	,774

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

La muestra es n=20, como  $n \leq 50$  por lo tanto se usará la prueba de Shapiro Wilk. A nivel de significancia del 5%; existe evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal a los 28 días, por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 10. Prueba de homocedasticidad de la compresión a los 28 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia_a_la_compresión_28días	Se basa en la media	1,044	4	15	,417
	Se basa en la mediana	,985	4	15	,445
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,985	4	7,721	,469
	Se basa en la media recortada	1,051	4	15	,414

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Para esta prueba se basó en la significancia de la media, la cual los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos presentan una igual varianza, posteriormente se realizará la prueba de Varianza de medias (ANOVA).

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

Figura 11. Prueba Anova de la compresión a los 28 días

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_compresión\_28días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2343,732 <sup>a</sup>	4	585,933	43,732	,000
Intersección	1883746,062	1	1883746,062	140596,793	,000
Sustituciones	2343,732	4	585,933	43,732	,000
Error	200,973	15	13,398		
Total	1886290,767	20			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , esto quiere decir que los datos presentan diferencias significativas entre al menos dos medias y aplica la prueba POST HOC.

#### d. Prueba POST HOC

Para este análisis se realizará con la prueba de Tukey, debido a los tamaños de los grupos que son iguales, es decir la cantidad probetas, este nos indicará si existen diferencias significativas entre la muestra patrón y las muestras experimentales con distintos % de CCA.

Figura 12. Prueba de Tukey de la compresión a los 28 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_compresión\_28días

		(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%	10%		-8,0675 <sup>*</sup>	2,58826	,047	-16,0599	-,0751
		4%		-13,1400 <sup>*</sup>	2,58826	,001	-21,1324	-5,1476
		6%		-31,5175 <sup>*</sup>	2,58826	,000	-39,5099	-23,5251
		8%		-21,0725 <sup>*</sup>	2,58826	,000	-29,0649	-13,0801
	10%	0%		8,0675 <sup>*</sup>	2,58826	,047	,0751	16,0599
		4%		-5,0725	2,58826	,330	-13,0649	2,9199
		6%		-23,4500 <sup>†</sup>	2,58826	,000	-31,4424	-15,4576
		8%		-13,0050 <sup>*</sup>	2,58826	,001	-20,9974	-5,0126
	4%	0%		13,1400 <sup>*</sup>	2,58826	,001	5,1476	21,1324
		10%		5,0725	2,58826	,330	-2,9199	13,0649
		6%		-18,3775 <sup>*</sup>	2,58826	,000	-26,3699	-10,3851
		8%		-7,9325	2,58826	,052	-15,9249	,0599
	6%	0%		31,5175 <sup>*</sup>	2,58826	,000	23,5251	39,5099
		10%		23,4500 <sup>†</sup>	2,58826	,000	15,4576	31,4424
		4%		18,3775 <sup>*</sup>	2,58826	,000	10,3851	26,3699
		8%		10,4450 <sup>*</sup>	2,58826	,008	2,4526	18,4374
	8%	0%		21,0725 <sup>*</sup>	2,58826	,000	13,0801	29,0649
		10%		13,0050 <sup>*</sup>	2,58826	,001	5,0126	20,9974
		4%		7,9325	2,58826	,052	-,0599	15,9249
		6%		-10,4450 <sup>†</sup>	2,58826	,008	-18,4374	-2,4526

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

se observa que las sustituciones de 0%, 6% y 10% presentan diferencia significativa entre los demás porcentajes, mientras que al comparar el 4% y 8% entre si no presentan diferencia significativa ya que su significancia es  $0,052 \geq 0,05$ , debido a que sus promedios son parecidos, pero cabe recalcar que el porcentaje óptimo en la resistencia a la compresión es el 6%, esto se debe principalmente que al comparar con los demás porcentajes este tiende a ascender la resistencia a los 28 días.

## Anexo 7-2. Análisis estadístico de la resistencia a la Tracción

### Curado a los 7 días

Supuestos que debe cumplir:

#### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 13. Prueba de normalidad de la tracción a los 7 días

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_tracció n_7días	,169	15	,200 <sup>*</sup>	,931	15	,279

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Se usó la prueba de Shapiro Wilk. existiendo evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos de la resistencia a la tracción se distribuyen como una normal a los 7 días , por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

#### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 14. Prueba de homocedasticidad de la tracción a los 7 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia_a_la_tracción_7 días	Se basa en la media	1,287	4	10	,338
	Se basa en la mediana	,585	4	10	,681
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,585	4	6,720	,685
	Se basa en la media recortada	1,234	4	10	,357

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos presentan una varianza homogénea, posteriormente se realizará la prueba de Varianza de medias (ANOVA).

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

Figura 15. Prueba Anova de la tracción a los 7 días

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_tracción\_7 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	88,788 <sup>a</sup>	4	22,197	5,654	,012
Intersección	5311,381	1	5311,381	1352,903	,000
Sustituciones	88,788	4	22,197	5,654	,012
Error	39,259	10	3,926		
Total	5439,428	15			
Total corregido	128,047	14			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Los valores presentan un grado de sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , esto quiere decir que los datos presentan diferencias significativas entre al menos dos medias, pero como hay homocedasticidad de promedios se aplicará la prueba POST HOC.

#### d. Prueba POST HOC

Se realizará con la prueba de Tukey, debido a los tamaños de los grupos que son iguales, este nos indicará si existen diferencias significativas entre la muestra patrón y las muestras experimentales con distintos % de CCA.

Figura 16. Prueba de Tukey de la tracción a los 7 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_tracción\_7días

		(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%	10%		1,4000	1,61780	,903	-3,9243	6,7243
		4%		-3,4300	1,61780	,283	-8,7543	1,8943
		6%		-5,4433*	1,61780	<b>,045</b>	-10,7676	-,1190
		8%		-1,3633	1,61780	,911	-6,6876	3,9610
	10%	0%		-1,4000	1,61780	,903	-6,7243	3,9243
		4%		-4,8300	1,61780	,080	-10,1543	,4943
		6%		-6,8433*	1,61780	<b>,012</b>	-12,1676	-1,5190
		8%		-2,7633	1,61780	,471	-8,0876	2,5610
	4%	0%		3,4300	1,61780	,283	-1,8943	8,7543
		10%		4,8300	1,61780	,080	-,4943	10,1543
		6%		-2,0133	1,61780	,728	-7,3376	3,3110
		8%		2,0667	1,61780	,710	-3,2576	7,3910
	6%	0%		5,4433*	1,61780	<b>,045</b>	,1190	10,7676
		10%		6,8433*	1,61780	<b>,012</b>	1,5190	12,1676
		4%		2,0133	1,61780	,728	-3,3110	7,3376
		8%		4,0800	1,61780	,161	-1,2443	9,4043
	8%	0%		1,3633	1,61780	,911	-3,9610	6,6876
		10%		2,7633	1,61780	,471	-2,5610	8,0876
		4%		-2,0667	1,61780	,710	-7,3910	3,2576
		6%		-4,0800	1,61780	,161	-9,4043	1,2443

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Las diferencias de medias se interpretan como el aumento de resistencia que presenta cada porcentaje a diferencia de los demás, pero teniendo en cuenta la significancia que ellos presentan ya que al no tener significancia quiere decir que presenta parecidos promedios o que son más bajos, por ende se observa que el 6% tiene mayor significancia al 0% y 10%, mientras que a los demás tienen promedios que se asemejan pero aun así este es el que predomina en la tracción a los 7 días.

## Curado a los 14 días

Supuestos que debe cumplir:

### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 17. Prueba de normalidad de la tracción a los 14 días

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_tracció n_14días	,112	15	,200 <sup>*</sup>	,984	15	,990

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Existe evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal a los 14 días, por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 18. Prueba de homocedasticidad de la tracción a los 14 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia_a_la_tracción_14 días	Se basa en la media	,516	4	10	,726
	Se basa en la mediana	,124	4	10	,971
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,124	4	7,180	,969
	Se basa en la media recortada	,478	4	10	,752

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Se basó en la significancia de la media, la cual los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos presentan una varianza homogénea y se aplicará la prueba de ANOVA.

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

Figura 19. Prueba Anova de la tracción a los 14 días

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_tracción\_14 días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	116,330 <sup>a</sup>	4	29,083	6,694	,007
Intersección	8054,124	1	8054,124	1853,978	,000
Sustituciones	116,330	4	29,083	6,694	,007
Error	43,442	10	4,344		
Total	8213,896	15			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , esto quiere decir que los datos presentan diferencias significativas entre al menos dos medias y aplica la prueba POST HOC para saber a más detalle qué promedios tienen a ser mayor con relación a los porcentajes.



#### d. Prueba POST HOC

Se realizará con la prueba de Tukey, ya que la cantidad de probetas es igual para todos los porcentajes indicando las variaciones entre la muestra patrón y las muestras experimentales con distintos % de CCA. Se dice que existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig.<0,05).

Figura 20. Prueba de Tukey de la tracción a los 14 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_tracción\_14días

	(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%	10%	1,5800	1,70181	,880	-4,0208	7,1808
		4%	-3,7967	1,70181	,244	-9,3975	1,8041
		6%	-6,3367*	1,70181	<b>,026</b>	-11,9375	-,7359
		8%	-2,1900	1,70181	,705	-7,7908	3,4108
	10%	0%	-1,5800	1,70181	,880	-7,1808	4,0208
		4%	-5,3767	1,70181	,061	-10,9775	,2241
		6%	-7,9167*	1,70181	<b>,006</b>	-13,5175	-2,3159
		8%	-3,7700	1,70181	,249	-9,3708	1,8308
	4%	0%	3,7967	1,70181	,244	-1,8041	9,3975
		10%	5,3767	1,70181	,061	-,2241	10,9775
		6%	-2,5400	1,70181	,589	-8,1408	3,0608
		8%	1,6067	1,70181	,873	-3,9941	7,2075
	6%	0%	6,3367*	1,70181	<b>,026</b>	,7359	11,9375
		10%	7,9167*	1,70181	,006	2,3159	13,5175
		4%	2,5400	1,70181	,589	-3,0608	8,1408
		8%	4,1467	1,70181	,182	-1,4541	9,7475
8%	0%	2,1900	1,70181	,705	-3,4108	7,7908	
	10%	3,7700	1,70181	,249	-1,8308	9,3708	
	4%	-1,6067	1,70181	,873	-7,2075	3,9941	
	6%	-4,1467	1,70181	,182	-9,7475	1,4541	

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Como se observa en la imagen el 6% presenta diferencia significativa con el 0%, y 10% , mientras que con el 4%, 6% y 8% no presentan diferencias significativas, quiere decir que presenta parecidos promedios, por ende se observa que el 6% tiene mayor significancia a los demás porcentajes, este es el que predomina en la tracción a los 14 días.

## Curado a los 28 días

Supuestos que debe cumplir:

### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

*Figura 21. Prueba de normalidad de la tracción a los 28 días*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_tracció n_28días	,124	20	,200 <sup>*</sup>	,982	20	,957

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

La muestra es n=20, como  $n \leq 50$  por lo tanto se usará la prueba de Shapiro Wilk. A nivel de significancia del 5%; existe evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal, por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 22. Prueba de homocedasticidad de la tracción a los 28 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia_a_la_tracción_28días	Se basa en la media	1,068	4	15	,406
	Se basa en la mediana	1,028	4	15	,425
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,028	4	11,488	,434
	Se basa en la media recortada	1,068	4	15	,407

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Para esta prueba se basó en la significancia de la media, la cual los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos presentan una igual varianza, posteriormente se realizará la prueba de Varianza de medias (ANOVA).

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

Figura 23. Prueba Anova de la tracción a los 28 días

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_tracción\_28días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	102,186 <sup>a</sup>	4	25,547	6,058	,004
Intersección	13101,569	1	13101,569	3107,088	,000
Sustituciones	102,186	4	25,547	6,058	,004
Error	63,250	15	4,217		
Total	13267,005	20			
Total corregido	165,436	19			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , esto quiere decir que los datos presentan diferencias significativas entre al menos dos medias y aplica la prueba POST HOC.

#### d. Prueba POST HOC

Para este análisis se realizará con la prueba de Tukey, debido a los tamaños de los grupos que son iguales, es decir la cantidad probetas, este nos indicará si existen diferencias significativas entre la muestra patrón y las muestras experimentales con distintos % de CCA.

Se dice que existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig.<0,05).

Figura 24. Prueba de Tukey de la tracción a los 28 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_tracción\_28días

		(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%	10%		1,6725	1,45201	,777	-2,8112	6,1562
		4%		-2,9950	1,45201	,285	-7,4787	1,4887
		6%		-4,8050*	1,45201	,033	-9,2887	-,3213
		8%		-1,2200	1,45201	,914	-5,7037	3,2637
	10%	0%		-1,6725	1,45201	,777	-6,1562	2,8112
		4%		-4,6675*	1,45201	,039	-9,1512	-,1838
		6%		-6,4775*	1,45201	,004	-10,9612	-1,9938
		8%		-2,8925	1,45201	,316	-7,3762	1,5912
	4%	0%		2,9950	1,45201	,285	-1,4887	7,4787
		10%		4,6675*	1,45201	,039	,1838	9,1512
		6%		-1,8100	1,45201	,726	-6,2937	2,6737
		8%		1,7750	1,45201	,739	-2,7087	6,2587
	6%	0%		4,8050*	1,45201	,033	,3213	9,2887
		10%		6,4775*	1,45201	,004	1,9938	10,9612
		4%		1,8100	1,45201	,726	-2,6737	6,2937
		8%		3,5850	1,45201	,150	-,8987	8,0687
	8%	0%		1,2200	1,45201	,914	-3,2637	5,7037
		10%		2,8925	1,45201	,316	-1,5912	7,3762
		4%		-1,7750	1,45201	,739	-6,2587	2,7087
		6%		-3,5850	1,45201	,150	-8,0687	,8987

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

En los porcentajes de 0% con 6%, 4% con 10%, 6% con 0% y 10% y finalmente 10% con 4% y 6% presentan diferencia significativa en sus promedios, mientras que las demás comparaciones no presentan debido a que su Sig.  $\geq 0,05$ , ya que sus promedios son parecidos, pero el porcentaje que más sobresale de ellos es el 6%, por ello este es el % óptimo en la resistencia a la tracción a los 28 días.

## Anexo 7-3. Análisis estadístico de la resistencia a la Flexión

### Curado a los 7 días

Supuestos que debe cumplir:

#### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 25. Prueba de normalidad de la flexión a los 7 días

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_flexión_7días	,167	15	,200*	,955	15	,602

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Se usó la prueba de Shapiro Wilk. existiendo evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos de la resistencia a la tracción se distribuyen como una normal a los 7 días , por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

#### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 26. Prueba de homocedasticidad de la flexión a los 7 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia_a_la_flexión_7días	Se basa en la media	1,788	4	10	,208
	Se basa en la mediana	,324	4	10	,856
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,324	4	5,130	,852
	Se basa en la media recortada	1,603	4	10	,248

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos presentan una varianza homogénea, posteriormente se realizará la prueba de Varianza de medias (ANOVA).

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

Figura 27. Prueba Anova de la flexión a los 7 días

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_flexión\_7días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	12,678 <sup>a</sup>	4	3,170	,228	,917
Intersección	11581,483	1	11581,483	832,521	,000
Sustituciones	12,678	4	3,170	,228	,917
Error	139,113	10	13,911		
Total	11733,275	15			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos no presentan diferencias significativas entre al menos dos medias, ello nos da a entender que las resistencias de las sustituciones con el patrón son muy parecidas a los 7 días.

## Curado a los 14 días

Supuestos que debe cumplir:

### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 28. Prueba de normalidad de la flexión a los 14 días

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_flexión_14días	,169	15	,200 <sup>*</sup>	,930	15	,271

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Existe evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal a los 14 días, por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 29. Prueba de homocedasticidad de la flexión a los 14 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia_a_la_flexión_14días	Se basa en la media	1,428	4	10	,294
	Se basa en la mediana	,386	4	10	,814
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,386	4	5,522	,812
	Se basa en la media recortada	1,327	4	10	,325

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Se basó en la significancia de la media, la cual los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos presentan una varianza homogénea y se aplicará la prueba de ANOVA.

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

Figura 30. Prueba Anova de la flexión a los 14 días

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_flexión\_14días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	24,017 <sup>a</sup>	4	6,004	2,579	,102
Intersección	15342,725	1	15342,725	6590,763	,000
Sustituciones	24,017	4	6,004	2,579	,102
Error	23,279	10	2,328		
Total	15390,021	15			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos no presentan diferencias significativas entre al menos dos medias y no es necesario aplicar la prueba POST HOC, ya que las resistencias siguen siendo parecidas a la del patrón.



## Curado a los 28 días

Supuestos que debe cumplir:

### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 31. Prueba de normalidad de la flexión a los 28 días

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia_a_la_flexión_28días	,112	20	,200 <sup>*</sup>	,953	20	,407

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

La muestra es n=20, como  $n \leq 50$  por lo tanto se usará la prueba de Shapiro Wilk. A nivel de significancia del 5%; existe evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal, por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 32. Prueba de homocedasticidad de la flexión a los 28 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia_a_la_flexión_28días	Se basa en la media	,966	4	15	,455
	Se basa en la mediana	,707	4	15	,599
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,707	4	13,389	,601
	Se basa en la media recortada	,961	4	15	,457

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Para esta prueba se basó en la significancia de la media, la cual los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos presentan una igual varianza, posteriormente se realizará la prueba de Varianza de medias (ANOVA).

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

Figura 33. Prueba Anova de la flexión a los 28 días

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_flexión\_28días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	85,126 <sup>a</sup>	4	21,282	5,225	,008
Intersección	26250,084	1	26250,084	6444,983	,000
Sustituciones	85,126	4	21,282	5,225	,008
Error	61,094	15	4,073		
Total	26396,305	20			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , esto quiere decir que los datos presentan diferencias significativas entre al menos dos medias y aplica la prueba POST HOC.

#### d. Prueba POST HOC

Para este análisis se realizará con la prueba de Tukey, debido a los tamaños de los grupos que son iguales, es decir la cantidad probetas, este nos indicará si existen diferencias significativas entre la muestra patrón y las muestras experimentales con distintos % de CCA.

Se dice que existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig.<0,05).

Figura 34. Prueba de Tukey de la flexión a los 28 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Resistencia\_a\_la\_flexión\_28días  
HSD Tukey

(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	10%	1,5600	1,42705	,807	-2,8466	5,9666
	4%	-2,7075	1,42705	,360	-7,1141	1,6991
	6%	-4,0425	1,42705	,080	-8,4491	,3641
	8%	,2475	1,42705	1,000	-4,1591	4,6541
10%	0%	-1,5600	1,42705	,807	-5,9666	2,8466
	4%	-4,2675	1,42705	,060	-8,6741	,1391
	6%	-5,6025*	1,42705	,010	-10,0091	-1,1959
	8%	-1,3125	1,42705	,885	-5,7191	3,0941
4%	0%	2,7075	1,42705	,360	-1,6991	7,1141
	10%	4,2675	1,42705	,060	-,1391	8,6741
	6%	-1,3350	1,42705	,879	-5,7416	3,0716
	8%	2,9550	1,42705	,282	-1,4516	7,3616
6%	0%	4,0425	1,42705	,080	-,3641	8,4491
	10%	5,6025*	1,42705	,010	1,1959	10,0091
	4%	1,3350	1,42705	,879	-3,0716	5,7416
	8%	4,2900	1,42705	,058	-,1166	8,6966
8%	0%	-,2475	1,42705	1,000	-4,6541	4,1591
	10%	1,3125	1,42705	,885	-3,0941	5,7191

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Como se observa en la imagen el 6% presenta una diferencia significativa con el 10%, mientras que con el 4%, 6% y 8% no presentan diferencias significativas, quiere decir que presenta parecidos promedios, por ende se observa que el 6% tiene mayor significancia a los demás porcentajes, este es el que predomina en la tracción a los 28 días, siendo este el % óptimo de sustitución.

## Anexo 7-4. Análisis estadístico del Módulo elástico

### Curado a los 7 días

Supuestos que debe cumplir:

#### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

*Figura 35. Prueba de normalidad del módulo elástico a los 7 días*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Módulo_elástico_7días	,199	15	,113	,931	15	,278

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

La muestra es n=15, como  $n \leq 50$  por lo tanto se usará la prueba de Shapiro Wilk. A nivel de significancia del 5%; existe evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal, por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

#### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 36. Prueba de homocedasticidad del módulo elástico a los 7 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Módulo_elástico_7días	Se basa en la media	,626	4	10	,655
	Se basa en la mediana	,358	4	10	,833
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,358	4	7,372	,831
	Se basa en la media recortada	,608	4	10	,666

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Para esta prueba se basó en la significancia de la media, la cual los valores analizados presentan un grado de sig.  $\geq 0.05$  por lo tanto se acepta la  $H_0$ , esto quiere decir que los datos presentan una igual varianza, posteriormente se realizará la prueba de Varianza de medias (ANOVA).

### c. Prueba de ANOVA

- Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_i$$

$H_1$ : Alguna distinta

- Nivel de significancia:  $\alpha = 0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig.  $< 0,05$  la  $H_0$  se rechaza.

Si Sig.  $> 0,05$  la  $H_0$  no se rechaza

Figura 37. Prueba Anova del módulo elástico a los 7 días

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Módulo\_elástico\_7días

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	374692934 <sup>a</sup>	4	93673233,50	16,330	,000
Intersección	7,797E+11	1	7,797E+11	135931,653	,000
Sustituciones	374692934,0	4	93673233,50	16,330	,000
Error	57363155,34	10	5736315,534		
Total	7,802E+11	15			
Total corregido	432056089,3	14			

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores analizados presentan un grado de sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , esto quiere decir que los datos presentan diferencias significativas entre al menos dos medias y aplica la prueba POST HOC.

#### d. Prueba POST HOC

Para este análisis se realizará con la prueba de Tukey, debido a los tamaños de los grupos que son iguales, es decir la cantidad probetas, este nos indicará si existen diferencias significativas entre la muestra patrón y las muestras experimentales con distintos % de CCA.

Se dice que existen diferencias significativas entre sí al tener significancias inferiores al nivel de significancia (Sig.<0,05).

Figura 38. Prueba de Tukey del módulo elástico a los 7 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Módulo\_elástico\_7días

		(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	0%	10%		-5154,4833	1955,55883	,136	-11590,3881	1281,4214
		4%		-10953,3033*	1955,55883	,002	-17389,2081	-4517,3986
		6%		-13421,9333*	1955,55883	,000	-19857,8381	-6986,0286
		8%		-11883,3867*	1955,55883	,001	-18319,2914	-5447,4819
	10%	0%		5154,4833	1955,55883	,136	-1281,4214	11590,3881
		4%		-5798,8200	1955,55883	,083	-12234,7248	637,0848
		6%		-8267,4500*	1955,55883	,012	-14703,3548	-1831,5452
		8%		-6728,9033*	1955,55883	,040	-13164,8081	-292,9986
	4%	0%		10953,3033*	1955,55883	,002	4517,3986	17389,2081
		10%		5798,8200	1955,55883	,083	-637,0848	12234,7248
		6%		-2468,6300	1955,55883	,718	-8904,5348	3967,2748
		8%		-930,0833	1955,55883	,988	-7365,9881	5505,8214
	6%	0%		13421,9333*	1955,55883	,000	6986,0286	19857,8381
		10%		8267,4500*	1955,55883	,012	1831,5452	14703,3548
		4%		2468,6300	1955,55883	,718	-3967,2748	8904,5348
		8%		1538,5467	1955,55883	,929	-4897,3581	7974,4514
8%	0%		11883,3867*	1955,55883	,001	5447,4819	18319,2914	
	10%		6728,9033*	1955,55883	,040	292,9986	13164,8081	
	4%		930,0833	1955,55883	,988	-5505,8214	7365,9881	
	6%		-1538,5467	1955,55883	,929	-7974,4514	4897,3581	

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Se observa que las sustituciones presentan diferencia significativa entre ellos, ya que sus significancias son  $\leq 0,05$ , pero cabe recalcar que el porcentaje óptimo es el 6%, esto se debe principalmente que al comparar con los demás porcentajes este tiende a ascender el módulo elástico del concreto a los 14 días.

## Curado a los 14 días

Supuestos que debe cumplir:

### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

*Figura 39.* Prueba de normalidad del módulo elástico a los 14 días

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Módulo_elástico_14días	,209	15	,077	,910	15	,134

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

La muestra es  $n=15$ , como  $n \leq 50$  por lo tanto se usará la prueba de Shapiro Wilk. A nivel de significancia del 5%; existe evidencia suficiente para no rechazar la H<sub>0</sub>; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal, por ende se procederá a realizar la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

Figura 40. Prueba de homocedasticidad del módulo elástico a los 14 días

**Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error<sup>a,b</sup>**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Módulo_elástico_14días	Se basa en la media	5,861	4	10	,011
	Se basa en la mediana	,506	4	10	,733
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,506	4	3,096	,740
	Se basa en la media recortada	4,881	4	10	,019

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Los valores analizados presentan un grado de Sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$ , demostrando la heterogeneidad de varianza y se aplica la prueba de Games-Howell.

### c. Prueba de Games-Howell

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_1$ : Existe por lo menos una media diferente.

Figura 41. Prueba de Games-Howell del módulo elástico a los 14 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Módulo\_elástico\_14días  
Games-Howell

(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Dev. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	10%	-5235,6833	2662,14911	,439	-19232,9266	8761,5600
	4%	-7083,4333	2361,38524	,267	-24974,6034	10807,7368
	6%	-11187,3400	2445,08460	,108	-27299,8455	4925,1655
	8%	-8228,1367	2463,60680	,196	-24044,7105	7588,4371
10%	0%	5235,6833	2662,14911	,439	-8761,5600	19232,9266
	4%	-1847,7500	1259,42593	,654	-11037,2217	7341,7217
	6%	-5951,6567	1410,12486	,088	-13341,4389	1438,1255
	8%	-2992,4533	1442,00273	,397	-10265,7695	4280,8628
4%	0%	7083,4333	2361,38524	,267	-10807,7368	24974,6034
	10%	1847,7500	1259,42593	,654	-7341,7217	11037,2217
	6%	-4103,9067	691,05317	,061	-8612,9049	405,0915
	8%	-1144,7033	753,97230	,629	-6184,7452	3895,3385
6%	0%	11187,3400	2445,08460	,108	-4925,1655	27299,8455
	10%	5951,6567	1410,12486	,088	-1438,1255	13341,4389
	4%	4103,9067	691,05317	,061	-405,0915	8612,9049
	8%	2959,2033	985,27798	,162	-1440,9794	7359,3860
8%	0%	8228,1367	2463,60680	,196	-7588,4371	24044,7105
	10%	2992,4533	1442,00273	,397	-4280,8628	10265,7695
	4%	1144,7033	753,97230	,629	-3895,3385	6184,7452
	6%	-2959,2033	985,27798	,162	-7359,3860	1440,9794

Se basa en las medias observadas.  
El término de error es la media cuadrática(Error) = 4857263,165.

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

En la Figura 41 se observa que las sustituciones de 0%, 4%, 6%, 8% y 10% no presentan diferencias significativas con los demás porcentajes, pero la que más presenta diferencia en las medias es el 6%, por ende se llega a destacar que este es el porcentaje que más sobresale en el módulo elástico.



## Curado a los 28 días

Supuestos que debe cumplir:

### a. Normalidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan una distribución normal

H<sub>1</sub>: Los valores no presentan una distribución normal

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

*Figura 42.* Prueba de normalidad del módulo elástico a los 28 días

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Módulo_elástico_28días	,117	20	,200 <sup>*</sup>	,954	20	,426

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

La prueba de Shapiro Wilk presenta significancia  $\geq 0.05$ ; esto quiere decir que los datos se distribuyen como una normal a los 28 días.

### b. Prueba de Homocedasticidad

- Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los valores presentan varianzas homogéneas

H<sub>1</sub>: Al menos una varianza difiere

- Nivel de significancia:  $\alpha=0.05$

- Consideraciones para la interpretación:

Si Sig. < 0,05 la H<sub>0</sub> se rechaza.

Si Sig. > 0,05 la H<sub>0</sub> no se rechaza

*Figura 43.* Prueba de homocedasticidad del módulo elástico a los 28 días

Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error <sup>a,b</sup>						
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
Módulo_elástico_28días	Se basa en la media	3,374	4	15	,037	
	Se basa en la mediana	3,150	4	15	,046	
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	3,150	4	8,471	,074	
	Se basa en la media recortada	3,378	4	15	,037	

Fuente: Elaborado por el programa SPSS.

Los valores analizados presentan un grado de Sig.  $\leq 0.05$  por lo tanto se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_1$ , demostrando la heterogeneidad de varianza y se aplica la prueba de Games-Howell.

### c. Prueba de Games-Howell

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_1$ : Existe por lo menos una media diferente.

Figura 44. Prueba de Games-Howell del módulo elástico a los 28 días

**Comparaciones múltiples**

Variable dependiente: Módulo\_elástico\_28días  
Games-Howell

(I) Sustituciones	(J) Sustituciones	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	10%	-4878,8150	2243,81060	,366	-16175,3079	6417,6779
	4%	-6510,2450*	598,20130	,000	-8757,5371	-4262,9529
	6%	-14568,7200*	1630,74455	,007	-22435,0864	-6702,3536
	8%	-9964,7900*	1136,27821	,004	-15009,1662	-4920,4138
10%	0%	4878,8150	2243,81060	,366	-6417,6779	16175,3079
	4%	-1631,4300	2238,45379	,937	-12969,9284	9707,0684
	6%	-9689,9050	2704,10028	,068	-20197,4711	817,6611
	8%	-5085,9750	2438,02353	,363	-15544,6249	5372,6749
4%	0%	6510,2450*	598,20130	,000	4262,9529	8757,5371
	10%	1631,4300	2238,45379	,937	-9707,0684	12969,9284
	6%	-8058,4750*	1623,36598	,047	-15970,6004	-146,3496
	8%	-3454,5450	1125,66313	,156	-8533,1646	1624,0746
6%	0%	14568,7200*	1630,74455	,007	6702,3536	22435,0864
	10%	9689,9050	2704,10028	,068	-817,6611	20197,4711
	4%	8058,4750*	1623,36598	,047	146,3496	15970,6004
	8%	4603,9300	1889,07397	,238	-2839,6967	12047,5567
8%	0%	9964,7900*	1136,27821	,004	4920,4138	15009,1662
	10%	5085,9750	2438,02353	,363	-5372,6749	15544,6249
	4%	3454,5450	1125,66313	,156	-1624,0746	8533,1646
	6%	-4603,9300	1889,07397	,238	-12047,5567	2839,6967

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 7016162,851.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.

Fuente: Elaborado por el programa SPSS

Se observa que las sustituciones de 0%, 4%, 6%, 8% y 10% presentan al menos 3 diferencias significativas con los demás porcentajes, pero la comparación de ellos el porcentaje que llega a aumentar la resistencia es el 6%, por ende este se le considera como % óptimo de sustitución del cemento por la CCA.

Anexo 8. Panel fotográfico

Anexo 8.1. Obtención de la cáscara de arroz



Obtención de la cáscara de arroz; Molino "Mocce" – Lambayeque

## Paso #2



Ensacado de la cáscara de arroz.

## Paso #3



Traslado de la cáscara de arroz hacia la ladrillera.

Anexo 8.2. Calcinación de la cáscara de arroz

Paso #1



Armado de horno.

## Paso #2



Calcinación de la cáscara de arroz.

## Paso #3



Obtención de la ceniza de cáscara de arroz.

Anexo 7.3. Molienda de la ceniza de cáscara de arroz

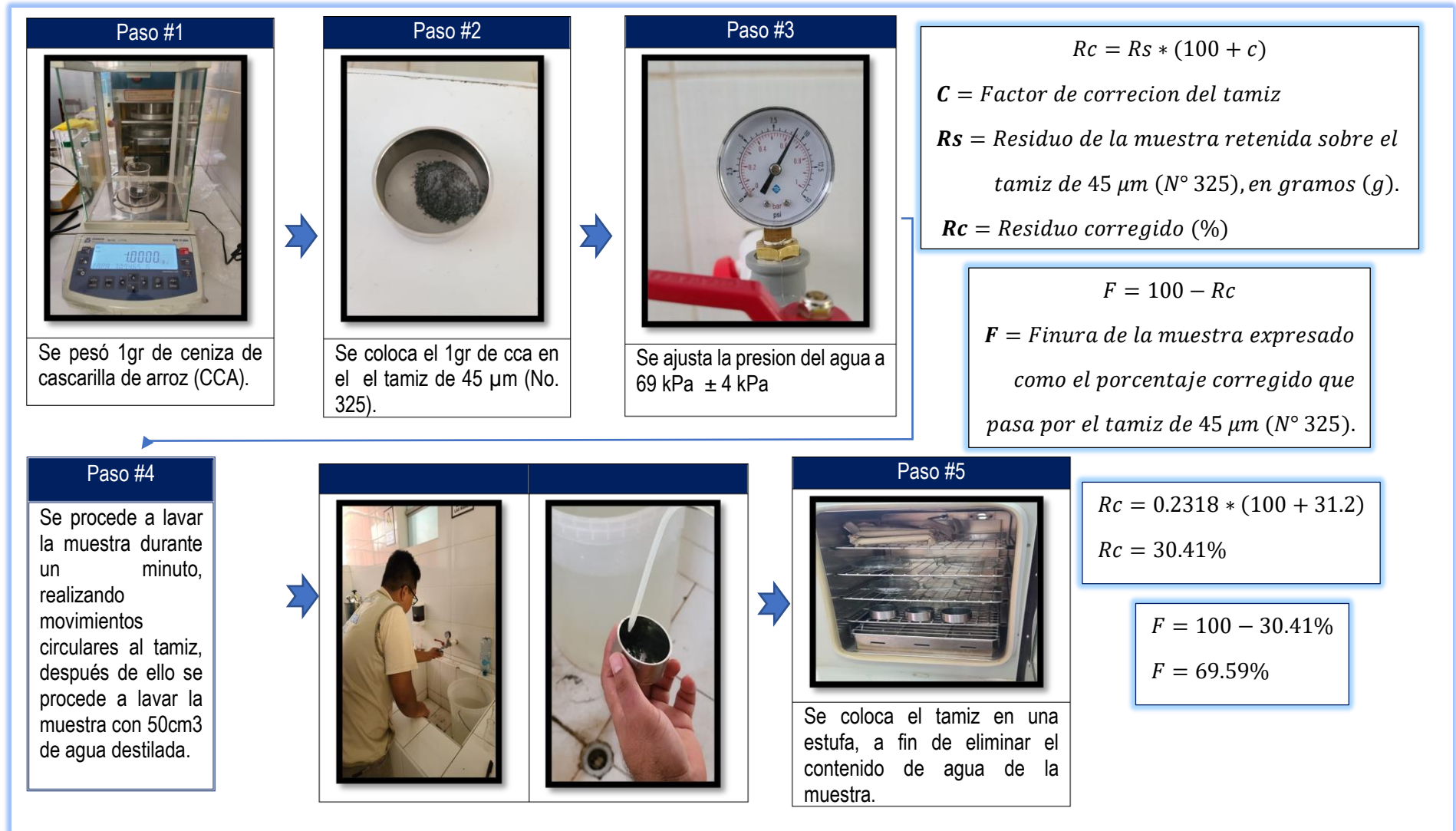


Colocación de las cenizas al molino de bolas.



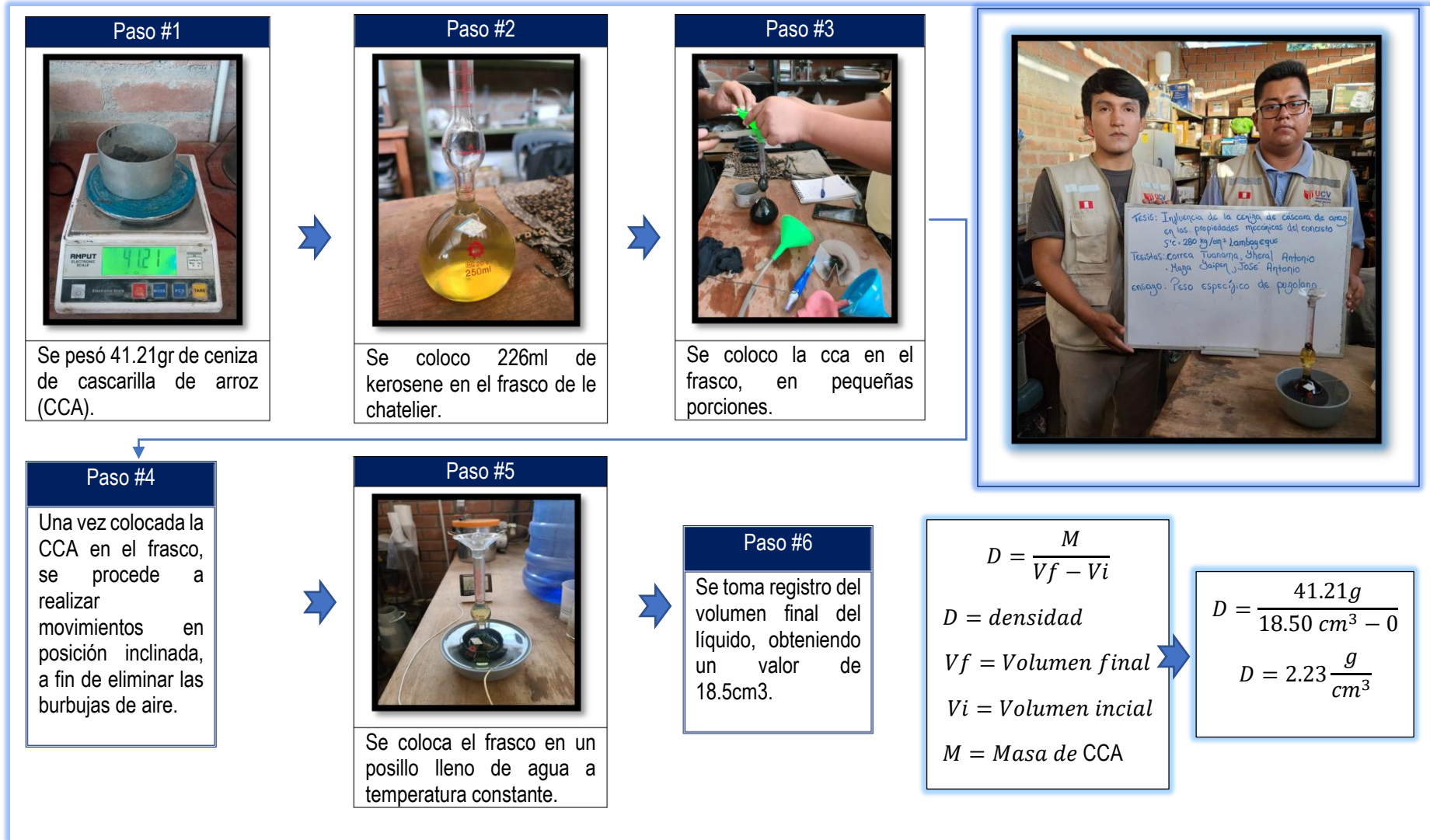
Recojo de la ceniza molida.

## Anexo 8.4. Ensayo de la finura de la CCA






## Anexo 8.5. Ensayo de la densidad de la CCA




## Anexo 8.6. Ensayo de la densidad aparente suelta de la CCA

**Paso #1**




Se toma medida del recipiente.  $h = 4.88$ ;  $r = 5.045$

**Paso #2**




Se pesa el recipiente, obteniendo un valor de 3864gr.

**Paso #3**





Se coloca la muestra en el recipiente.



Tesis: Influencia de la ceniza de cascara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto  
 SC-280347-1-01-04-05-06-07-08-09-10-11-12-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-53-54-55-56-57-58-59-60-61-62-63-64-65-66-67-68-69-70-71-72-73-74-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-85-86-87-88-89-90-91-92-93-94-95-96-97-98-99-100  
 Tesis: Correa Tuonama Jheral Antonio  
 Haza Jaiper José Antonio  
 Ensayo: Peso suelto de la puzolana

**Paso #4**

Se procede a quitar el exceso de ceniza, hasta que la muestra quede a nivel del recipiente, para posteriormente tomar registro del peso final de la ceniza + el recipiente, obteniendo un valor de 4038gr.

- **Volumen del recipiente**

$$Vr = \pi(5.045)^2 * 4.88 = 390.204 \text{ cm}^3$$

- **Peso de la muestra suelta**

$$Pm = 4038gr - 3864gr = 174gr$$

- **Densidad suelta húmeda**

$$Dh = \frac{174gr}{390.204 \text{ cm}^3} = 0.446gr / \text{cm}^3$$

## Anexo 8.7. Ensayo de contenido de humedad de la CCA

Paso #1



Se procedio a pesar 100gr de CCA.

Paso #2



Se procedio a colocar la muestra en el horno a una temperatura de

Paso #3

Se toma registro del volumen final del líquido, obteniendo un valor de 98.4gr.



tesis-Influencia de la ceniza de cascara  
de arron en las propiedades  
mecanicas del concreto  
SC-2009/Am/Lambogque  
Tesis conrea Tuamama Jheral Antonio  
Naya Baipen Jose Antonio  
ensayo: Peso suelto de la puzolana

### Contenido de humedad

Peso de muestra húmeda	100 gr
Peso de muestra seca	98.45 gr
<b>Contenido de humedad</b>	<b>1.55%</b>

Anexo 8.8. Ensayo de índice de actividad puzolánico de la CCA



Anexo 8.9. Elaboración y rotura de probetas cilíndricas.



Se procedió a limpiar los moldes y se le colocó aceite quemado en su interior



Se procedió a pesar en una balanza electrónica el cemento, los agregados, agua y CCA de acuerdo a las cantidades especificadas en el diseño de mezcla.

### Paso #3



Preparación del concreto con diferentes porcentajes de sustitución de cemento por CCA.

### Paso #4



Se procedió tomar la temperatura del concreto fresco, para ello se uso un termometro.

### Paso #5



Ensayo de cono de Abrams

## Paso #6



Peso unitario del concreto fresco.

## Paso #7



Contenido de aire del concreto fresco

## Paso #8



Se procede a vaciar el concreto en 3 capas, se realiza 25 golpes por cada capa.

### Paso #9



Se procedió a desencofrar las probetas.

### Paso #10



Curado de probetas.



### Paso #11



Rotura de probetas cilíndricas a los 7,14 y 28 días de curado – resistencia a la compresión.

### Paso #12



Rotura de probetas cilíndricas a los 7,14 y 28 días de curado – resistencia a la tracción.

### Paso #13



Rotura de probetas cilíndricas a los 7,14 y 28 días de curado – módulo elástico

## Anexo 8.10. Elaboración y rotura de vigas.



Se procedió a pesar en una balanza electrónica el cemento, los agregados, agua y CCA de acuerdo a las cantidades especificadas en el diseño de mezcla.



se procede a vaciar el concreto en 3 capas, se realiza 25 golpes por cada capa.

### Paso #3



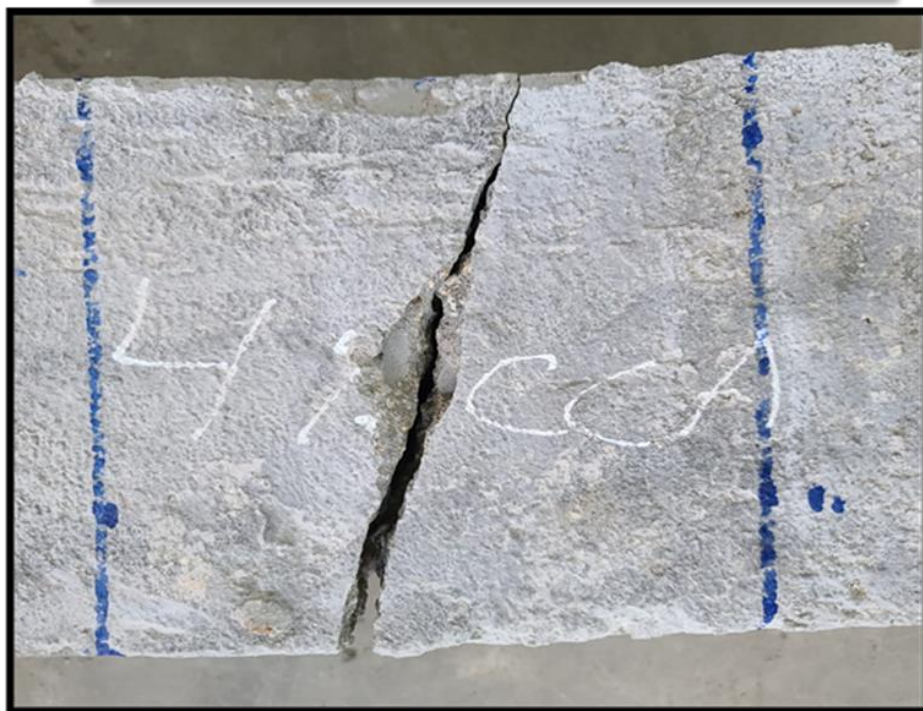
Se procedió a desencofrar los moldes de vigas y márcalas según el porcentaje de sustitución.

### Paso #4



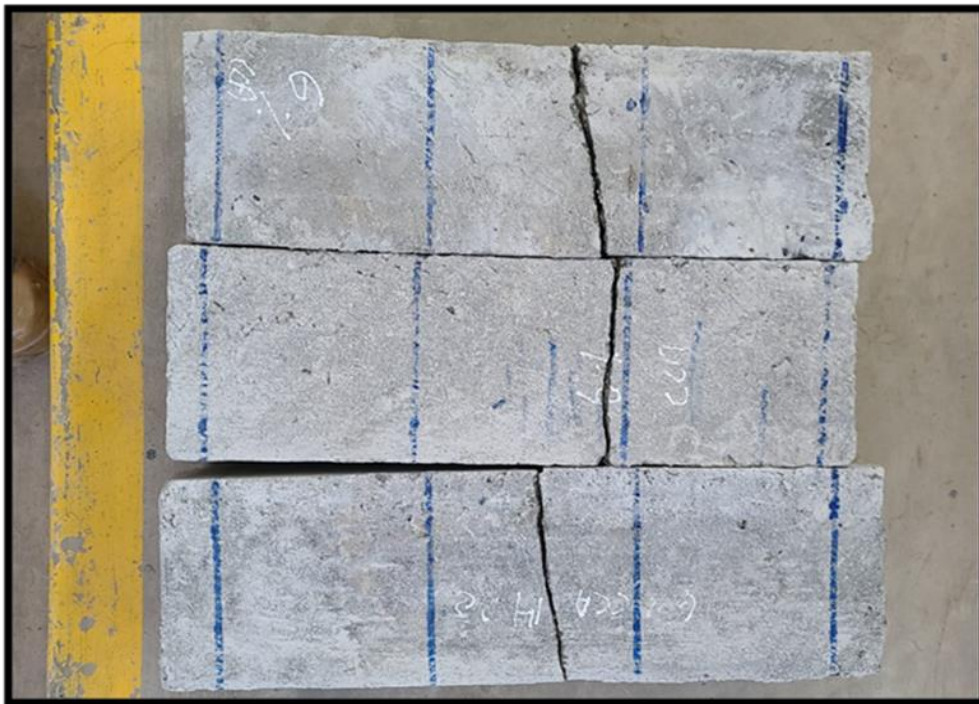
Curado de vigas.

## Paso #5



Rotura de vigas (96%CEM + 4%CCA) – resistencia a la flexión de vigas (carga a los tercios) .

## Paso #6



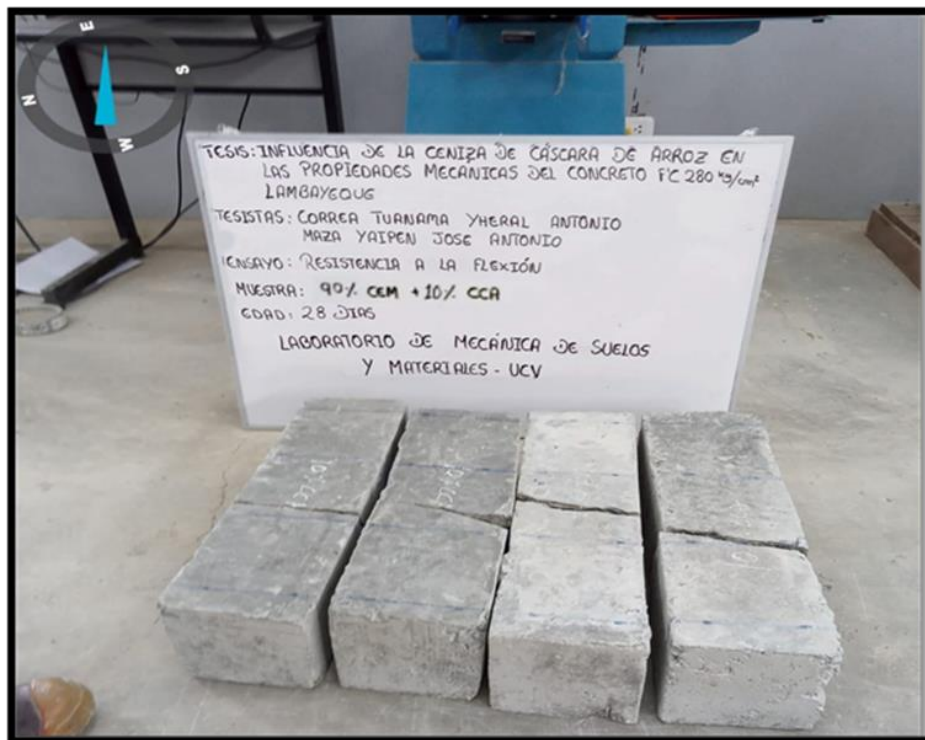
Rotura de vigas (94%CEM + 6%CCA) – resistencia a la flexión de vigas (carga a los tercios) .

## Paso #7



Rotura de vigas (92%CEM + 8%CCA) – resistencia a la flexión de vigas (carga a los tercios) .

## Paso #8



Rotura de vigas (90%CEM + 10%CCA) – resistencia a la flexión de vigas (carga a los tercios) .



## Anexo 9. Normativas utilizadas en la investigación



Designation: C 618 – 03

### Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C 618; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

#### 1. Scope \*

1.1 This specification covers coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete where cementitious or pozzolanic action, or both, is desired, or where other properties normally attributed to fly ash or pozzolans may be desired, or where both objectives are to be achieved.

NOTE 1—Finely divided materials may tend to reduce the entrained air content of concrete. Hence, if a fly ash or natural pozzolan is added to any concrete for which entrainment of air is specified, provision should be made to ensure that the specified air content is maintained by air content tests and by use of additional air-entraining admixture or use of an air-entraining admixture in combination with air-entraining hydraulic cement.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard.

1.3 The text of this standard references notes and footnotes, which provide explanatory information. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of the standard.

#### 2. Referenced Documents

##### 2.1 ASTM Standards:

C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates<sup>2</sup>

C 311 Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete<sup>2</sup>

#### 3. Terminology

##### 3.1 Definitions:

3.1.1 The terms used in this specification are defined in Terminology C 125.

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.24 on Supplementary Cementitious Materials.

Current edition approved Jan. 10, 2003. Published February 2003. Originally approved in 1968. Last previous edition approved in 2002 as C 618–02.

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

3.1.2 *fly ash*—the finely divided residue that results from the combustion of ground or powdered coal and that is transported by flue gasses.

NOTE 2—This definition of fly ash does not include, among other things, the residue resulting from: (1) the burning of municipal garbage or any other refuse with coal; (2) the injection of lime directly into the boiler for sulfur removal; or (3) the burning of industrial or municipal garbage in incinerators commonly known as “incinerator ash.”

#### 4. Classification

4.1 *Class N*—Raw or calcined natural pozzolans that comply with the applicable requirements for the class as given herein, such as some diatomaceous earths; opaline cherts and shales; tuffs and volcanic ashes or pumicites, calcined or uncalcined; and various materials requiring calcination to induce satisfactory properties, such as some clays and shales.

4.2 *Class F*—Fly ash normally produced from burning anthracite or bituminous coal that meets the applicable requirements for this class as given herein. This class of fly ash has pozzolanic properties.

4.3 *Class C*—Fly ash normally produced from lignite or subbituminous coal that meets the applicable requirements for this class as given herein. This class of fly ash, in addition to having pozzolanic properties, also has some cementitious properties.

NOTE 3—Some Class C fly ashes may contain lime contents higher than 10 %.

#### 5. Ordering Information

5.1 The purchaser shall specify any supplementary optional physical requirements.

5.2 The purchaser shall indicate which procedure, A or B, shall be used when specifying requirements for effectiveness in contribution to sulfate resistance under Table 3.

#### 6. Chemical Composition

6.1 Fly ash and natural pozzolans shall conform to the requirements as to chemical composition prescribed in Table 1.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

**TABLE 1 Chemical Requirements**

	Class		
	N	F	C
Silicon dioxide (SiO <sub>2</sub> ) plus aluminum oxide (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) plus iron oxide (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), min, %	70.0	70.0	50.0
Sulfur trioxide (SO <sub>3</sub> ), max, %	4.0	5.0	5.0
Moisture content, max, %	3.0	3.0	3.0
Loss on ignition, max, %	10.0	6.0 <sup>A</sup>	6.0

<sup>A</sup>The use of Class F pozzolan containing up to 12.0 % loss on ignition may be approved by the user if either acceptable performance records or laboratory test results are made available.

**TABLE 2 Physical Requirements**

	Class		
	N	F	C
<i>Fineness:</i>			
Amount retained when wet-sieved on 45 µm (No. 325) sieve, max, % <sup>A</sup>	34	34	34
<i>Strength activity index:</i> <sup>B</sup>			
With portland cement, at 7 days, min, percent of control	75 <sup>C</sup>	75 <sup>C</sup>	75 <sup>C</sup>
With portland cement, at 28 days, min, percent of control	75 <sup>C</sup>	75 <sup>C</sup>	75 <sup>C</sup>
Water requirement, max, percent of control	115	105	105
<i>Soundness:</i> <sup>D</sup>			
Autoclave expansion or contraction, max, %	0.8	0.8	0.8
<i>Uniformity requirements:</i>			
The density and fineness of individual samples shall not vary from the average established by the ten preceding tests, or by all preceding tests if the number is less than ten, by more than:			
Density, max variation from average, %	5	5	5
Percent retained on 45-µm (No. 325), max variation, percentage points from average	5	5	5

<sup>A</sup>Care should be taken to avoid the retaining of agglomerations of extremely fine material.

<sup>B</sup>The *strength* activity index with portland cement is not to be considered a measure of the compressive strength of concrete containing the fly ash or natural pozzolan. The mass of fly ash or natural pozzolan specified for the test to determine the *strength* activity index with portland cement is not considered to be the proportion recommended for the concrete to be used in the work. The optimum amount of fly ash or natural pozzolan for any specific project is determined by the required properties of the concrete and other constituents of the concrete and is to be established by testing. *Strength* activity index with portland cement is a measure of reactivity with a given cement and may vary as to the source of both the fly ash or natural pozzolan and the cement.

<sup>C</sup>Meeting the 7 day or 28 day *strength* activity index will indicate specification compliance.

<sup>D</sup>If the fly ash or natural pozzolan will constitute more than 20 % by weight of the cementitious material in the project mix design, the test specimens for autoclave expansion shall contain that anticipated percentage. Excessive autoclave expansion is highly significant in cases where water to fly ash or natural pozzolan and cement ratios are low, for example, in block or shotcrete mixes.

NOTE 4—The chemical component determinations and the limits placed on each do not predict the performance of the fly ash or natural pozzolan with hydraulic cement in concrete, but collectively help describe composition and uniformity of the material.

## 7. Physical Properties

7.1 Fly ash and natural pozzolans shall conform to the physical requirements prescribed in Table 2. Supplementary optional physical requirements are shown in Table 3.

## 8. Methods of Sampling and Testing

8.1 Sample and test the fly ash or natural pozzolan in accordance with the requirements of Test Methods C 311.

8.2 Use cement of the type proposed for use in the work and, if available, from the mill proposed as the source of the cement, in all tests requiring the use of hydraulic cement.

## 9. Storage and Inspection

9.1 The fly ash or natural pozzolan shall be stored in such a manner as to permit easy access for proper inspection and identification of each shipment.

9.2 Inspection of the material shall be made as agreed upon by the purchaser and the seller as part of the purchase contract.

## 10. Rejection

10.1 The purchaser has the right to reject material that fails to conform to the requirements of this specification. Rejection shall be reported to the producer or supplier promptly and in writing.

10.2 The purchaser has the right to reject packages varying more than 5 % from the stated weight. The purchaser also has the right to reject the entire shipment if the average weight of the packages in any shipment, as shown by weighing 50 packages taken at random, is less than that specified.

10.3 The purchaser has the right to require that material in storage prior to shipment for a period longer than 6 months after testing be retested. The purchaser has the right to reject such material if it fails to meet the fineness requirements.

## 11. Packaging and Package Marking

11.1 When the fly ash or natural pozzolan is delivered in packages, the class, name, and brand of the producer, and the

## CEMENTOS. Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones

CEMENT. Coal fly ash and raw or calcined natural pozzolans for use in concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C618-08a Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2011-02-02**  
**2ª Edición**

ANEXO A  
(NORMATIVO)

TABLA 1 - Requisitos químicos

Composición Química	Clase		
	N	F	C
Dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) + óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) + óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), % mín.	70,0	70,0	50,0
Trióxido de azufre ( $\text{SO}_3$ ), % máx.	4,0	5,0	5,0
Contenido de humedad, % máx.	3,0	3,0	3,0
Pérdida por calcinación, % máx.	10,0	6,0 <sup>A</sup>	6,0

<sup>A</sup> Se puede emplear puzolana de Clase F con contenidos de hasta 12 % de pérdida por calcinación si cuenta con registros de performance o resultados de ensayos de laboratorio aceptables.

ANEXO B  
(NORMATIVO)

**TABLA 2 - Requisitos físicos**

Requisitos	Clase		
	N	F	C
Fineza:			
Cantidad retenida en el tamizado vía húmeda en la malla de 45 $\mu\text{m}$ (N <sup>o</sup> 325), % máx.	34	34	34
Índice de actividad resistente <sup>A</sup>			
Con cemento Portland, a 7 días, % mín. del control	75 <sup>B</sup>	75 <sup>B</sup>	75 <sup>B</sup>
Con cemento Portland, a 28 días, % mín. del control	75 <sup>B</sup>	75 <sup>B</sup>	75 <sup>B</sup>
Demanda de agua, máx., porcentaje del control	115	105	105
Estabilidad: <sup>C</sup>			
Expansión o contracción en autoclave, % máx.	0,8	0,8	0,8
Requisitos de uniformidad:			
La densidad y la fineza de muestras individuales no deben variar del promedio establecido por diez ensayos, o por todos los ensayos precedentes si el número es menor que diez, por más de:			
Densidad, máxima variación del promedio, %	5	5	5
Porcentaje retenido en 45 $\mu\text{m}$ (N <sup>o</sup> 325), variación máx., puntos de porcentaje del promedio	5	5	5

<sup>A</sup> El índice de actividad resistente con cemento Portland no debe ser considerado una medida de la resistencia a la compresión del concreto que contiene la puzolana natural o ceniza volante. La masa de puzolana natural o ceniza volante especificada para el ensayo para determinar el índice de actividad resistente con cemento Portland no debe ser considerada como la proporción recomendada para el concreto ha ser empleado en la obra. La cantidad óptima de la puzolana natural o ceniza volante para un proyecto específico se determina dependiendo de las propiedades solicitadas del concreto y otros constituyentes del concreto y debe ser establecida mediante ensayo. El índice de actividad resistente con cemento Portland es una medida de la

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 334.045  
2010

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145  
Lima, Perú

---

## CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la finura del cemento Portland por el tamiz de 45 $\mu\text{m}$ (No. 325)

CEMENT. Test Method for determining Fineness of Portland Cement by the 45  $\mu\text{m}$  (No. 325) Sieve

**2010-09-08**  
**3ª Edición**

R.0018-2010/INDECOPI-CNB. Publicada el 2010-09-26

Precio basado en 07 páginas

I.C.S.: 91.100.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Cemento, método, ensayo, finura, Pórtland, tamiz

Ejemplo de determinación del factor de corrección del tamiz:

Residuo sobre el tamiz de 45- $\mu\text{m}$ (No. 325), utilizando la muestra No. 114 ó No. 46h	12,2 %
Residuo para 1 g de muestra	0,122 g
Residuo sobre el tamiz que se calibra	<u>0,093 g</u>
Diferencia	+0,029
Factor de Corrección	$= +0,029/0,093 \times 100 = 31,18 = +31,2 \%$

## 6. PROCEDIMIENTO

Colocar 1 000 g de muestra sobre el tamiz de 45  $\mu\text{m}$  (No. 325) limpio y seco. Humedecer la muestra completamente con una suave corriente de agua. Retire el tamiz del aspersor y ajuste la presión del rociador a 69 kPa  $\pm$  4 kPa (10 lb/pulg<sup>2</sup>  $\pm$  0,5 lb/pulg<sup>2</sup>). Regresar el tamiz a su posición bajo el aspersor y lavar por un minuto, moviendo el tamiz en forma circular en un plano horizontal, a la velocidad de una vuelta por segundo en el aspersor. La distancia entre la base de la boquilla y el extremo superior del bastidor del tamiz debe ser aproximadamente 12 mm (0,5 pulg). Inmediatamente después de retirar el tamiz del rociador, lavar una vez con aproximadamente 50 cm<sup>3</sup> de agua destilada o desionizada, teniendo cuidado de no perder alguna parte del residuo y luego secar suavemente la superficie inferior con un paño húmedo. Secar el tamiz y residuo, en un horno o plancha caliente (Véase Nota 2), manteniendo el tamiz de manera tal que el aire pueda pasar libremente a través de la parte inferior de éste. Enfriar el tamiz, luego retirar el residuo con una brocha y pesarlo en una balanza analítica con aproximación de 0,0005 g.

NOTA 2: Tener cuidado de no calentar demasiado el tamiz como para ablandar la soldadura.

## 7. LIMPIEZA DE LOS TAMICES DE 45- $\mu\text{m}$ (No. 325)

7.1 **Frecuencia de la limpieza y calibración:** Los tamices ajustados con mallas tejidas de alambre deberán ser limpiados por lo menos cada cinco ensayos. Los tamices conformados con láminas electroformadas reforzada, que tengan 71 agujeros por centímetro, lineal deberán ser limpiados después de no más de 3 ensayos. Ambos tamices serán recalibrados después de no más de 100 ensayos.

**7.2 Procesos de lavado aceptables:** Una opción para el lavado es colocar la malla en un baño ultrasónico de baja energía (150 W de energía máxima de ingreso), conteniendo una apropiada solución de lavado de laboratorio. El baño será operado por tiempo suficiente (aproximadamente de 10 a 15 minutos a temperatura ambiente) para retirar las partículas atrapadas en las aberturas. Se deberá tener en cuenta que las mallas electroformadas que contengan más de 71 aberturas por centímetro lineal, pueden ser dañadas por lavado ultrasónico.

Una opción para lavado que no requiera baño ultrasónico también puede ser empleada. Sumergir la malla en un baño de una apropiada solución de lavado de laboratorio, calentada justo por debajo del punto de ebullición. Cubrir con una tapa de vidrio para reducir la evaporación. Continuar este remojo por un tiempo suficiente hasta aflojar las partículas adheridas con un enjuague después del baño.

También es aceptable un método de remojo durante toda la noche en una solución de lavado similar pero no calentada, junto con un enjuague después del baño capaz de lavar las partículas atrapadas. Debe evitarse lavar o enjuagar con ácido clorhídrico diluido o solución de ácido acético. Las soluciones apropiadas de limpieza se restringen a soluciones de tipo jabones o detergentes.

## 8. CÁLCULOS

Calcular la finura del cemento con aproximación al 0,1 %, como sigue:

$$R_c = R_s \times (100 + C) \quad (1)$$

$$F = 100 - R_c \quad (2)$$

Donde:

F= Finura del cemento expresado como el porcentaje corregido que pasa por el tamiz de 45  $\mu\text{m}$  (No. 325).

R<sub>c</sub> = Residuo corregido, en porcentaje (%),

R<sub>s</sub> = Residuo de la muestra retenida sobre el tamiz de 45  $\mu\text{m}$  (No. 325), en gramos (g), y

C = Factor de corrección del tamiz (determinado como se prescribe en el Capítulo 5) el cual puede ser positivo o negativo.



## **CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland**

CEMENT. Standard test method for density of portland cement

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C188 - 09 Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2011-09-28**  
**3ª Edición**

## 6. PROCEDIMIENTO

6.1 Determinar la densidad del cemento sobre el material tal como es recibido, a menos que se especifique otra cosa. Si se requiere determinar la densidad sobre una muestra libre de pérdida, primero calcinar la muestra tal como se describe en el ensayo de pérdida por ignición del cemento Portland según la NTP 334.086.

6.2 Llenar el frasco (Nota 3) con cualquiera de los líquidos especificados en 5.6 hasta un punto del tallo (cuello) entre las marcas 0 mL y 1 mL. Si es necesario, después de llenar, secar el interior del frasco cerca del nivel del líquido. Registrar la primera lectura después que el frasco haya sido sumergido en un baño maría (Nota 4) de acuerdo con 6.4.

NOTA 3: Es aconsejable usar un piso de jebe sobre la superficie de la mesa de trabajo durante el llenado o rodado del frasco.

NOTA 4: Antes de que el cemento haya sido añadido al frasco, el acondicionamiento de un anillo de ajuste con peso alrededor del tallo del frasco, será de gran ayuda para sostenerlo en una posición vertical en el baño maría; o también el frasco puede ser sostenido en el baño de agua mediante una abrazadera de bureta y soporte universal.

6.3 Introducir el cemento en pequeñas porciones, pesando una cantidad con aproximación a 0,05 g (aproximadamente 64 g para cemento Portland) y a la misma temperatura que el líquido (Nota 3). Tener cuidado de evitar salpicaduras y ver que el cemento no se adhiera a las paredes interiores del frasco sobre del líquido. Puede usarse un aparato de vibración para acelerar la introducción del cemento dentro del frasco y prevenir que el cemento se pegue en el cuello del frasco. Después que todo el cemento se haya introducido, colocar el tapón en el frasco y rodar el frasco en una posición inclinada (Nota 3) o suavemente girarlo en círculo horizontal, de manera de liberar el aire del cemento hasta que no se desprendan burbujas de aire de la superficie del líquido. Si se ha añadido una cantidad apropiada de cemento, la posición final del nivel del líquido estará en algún punto de la serie superior de las graduaciones. Tomar la lectura final después que el frasco haya sido sumergido en el baño de agua de acuerdo con 6.4.

6.4 Sumergir el frasco en un baño de agua a temperatura constante por períodos suficientes de tiempo para evitar que las variaciones de la temperatura del frasco sean mayores que 0,2 °C entre las lecturas inicial y final.

## CALES. Métodos de ensayo físicos en cal viva, cal hidratada y caliza

QUICKLIME. Test methods for physical testing of quicklime, hydrated lime, and limestone

**2018-12-28**  
**2ª Edición**

R.D. N° 48-2018-INACAL/DN. Publicada el 2019-01-17

Precio basado en 83 páginas

I.C.S.: 91.100.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Cal, densidad aparente, claridad seca, tamizado en seco, finura, pasta de cal, molienda de la caliza, tamaño de partícula, velocidad de apagado

## **4.2 Cálculos**

4.2.1 Los cálculos que se incluyen en el procedimiento individual algunas veces asumen que el peso exacto especificado ha sido usado. La precisión del peso de las muestras que son aproximaciones pero no exactamente iguales al peso especificado pueden ser usados siempre con un apropiado factor de corrección hecho en el cálculo. Salvo la especificación, los pesos de todas las muestras y residuos serán registrados con aproximación a 0,0001 g .

4.2.2 En todas las operaciones matemáticas sobre un juego de valores observados, se mantendrá el equivalente de dos lugares más de cifras que en los valores observados únicos. Por ejemplo, si los valores observados son leídos o determinados con aproximación de 0,1 mg , llevar el cálculo hasta la aproximación de 0,001 mg .

4.2.3 Redondeo de cifras: El redondeo de cifras al lugar significativamente requerido en el reporte será hecho luego que el cálculo se haya completado, a fin de alcanzar los resultados finales libres de errores de cálculo. El procedimiento de redondeo seguirá el principio señalado en la ASTM E29.

## **ENSAYOS DE PROPIEDADES PLÁSTICAS**

### **5 Consistencia normal de la pasta de cal**

#### **5.1 Significado y uso**

5.1.1 Para determinar algunas propiedades físicas de una pasta de cal, como es la plasticidad, es necesario establecer una consistencia (viscosidad) normalizada o uniforme, para que las propiedades a ser evaluadas no sean afectadas por el nivel de dicho parámetro.

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Pórtland**

CEMENTS. Standard test method to determine the resistance activity index in concrete of Portland cement

**2018-12-28**  
**5ª Edición**

R.D. N° 48-2018-INACAL/DN. Publicada el 2019-01-17

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 91.100.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Concreto, cemento hidráulico, ensayo, índice de actividad a la resistencia

## **8 Preparación y almacenamiento de muestras**

8.1 Prepare muestras compuestas para los ensayos requeridos en el Capítulo 9, organizando todas las muestras simples o regulares en grupos que abarquen el período o la cantidad a ser representada por la muestra. Tomar porciones iguales de cada una, suficiente para producir una muestra compuesta lo suficientemente grande para los ensayos requeridos. Mezclar la muestra completamente.

8.2 Las muestras deben ser conservadas en recipientes limpios y herméticos identificados con su origen y el lote o período de tiempo que representan. Las porciones de la muestra que no se ensayaron deben ser conservadas por lo menos un mes después de que los resultados del ensayo hayan sido reportados.

## **9 Frecuencia de ensayo**

Realizar el ensayo de actividad puzolánica en muestras regulares o compuestas de acuerdo con la Tabla 1.

## **10 Preparación de los especímenes**

10.1 Moldear los especímenes del mortero patrón y del mortero de ensayo de acuerdo con la NTP 334.051. El cemento Pórtland utilizado en el presente ensayo debe cumplir con los requisitos de la NTP 334.009 y debe cumplir con los límites de álcali y resistencia que figuran en el capítulo de materiales. Reemplazar en la mezcla de ensayo reemplazar el 20 % de la masa de la cantidad de cemento utilizada en la mezcla de control por la misma masa de la muestra de ensayo. Haga lotes de seis cubos de la siguiente manera:

### **10.1.1 Mortero patrón**

500 g de cemento Pórtland  
1 375 g de arena estándar gradada  
242 mL de agua

10.1.2 Mortero de ensayo-

400 g de cemento Pórtland  
100 g de la muestra de ensayo  
1 375 g de arena estándar gradada  
X mL de agua requerida para producir una fluidez, 5 de mortero de ensayo

**10.2 Número de especímenes**

Dado que la NTP 334.104 especifica que "cumplir con el Índice de Actividad de Resistencia de 7 días o 28 días indicará el cumplimiento de las especificaciones", sólo debe ser requerida una edad. A elección del fabricante o del usuario después de preparar la tanda de seis cubos, solamente se deben moldear tres cubos de control y mezclas de ensayo para pruebas de 7 o 28 días.

**11 Almacenamiento de los especímenes**

Después de moldear, almacenar los especímenes y los moldes (sobre las placas base) en un cuarto o cámara húmeda a  $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 20 h a 24 h . Mientras se encuentren en el cuarto o cámara húmeda proteger su superficie del goteo de agua. Sacar los moldes del cuarto o cámara húmeda y desmoldar los cubos. Retire los moldes de la habitación húmeda o el armario y retire los cubos de los moldes. Colocar y almacenar los cubos en agua de cal saturada como se especifica en la NTP 334.051.

NOTA 4: Tenga cuidado de asegurar una temperatura constante en la cámara de curado.

**12 Ensayo de resistencia a la compresión**

Determinar la resistencia a la compresión, tal como se especifica en la NTP 334.051 de los tres especímenes del mortero patrón y de los tres especímenes del mortero de ensayo a la edad de 7 y 28 días, o ambas, según la cantidad de especímenes moldeados según lo indicado en la sección sobre Número de Especímenes.

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

**CEMENTS. Test Method for determining compressive strength of Portland Cement Mortars using 50 mm cube specimens**

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C109/C109M-2012 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in (50 mm) Cube Specimens), Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2013-12-26  
5ª Edición**

R.0113-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-01-16  
I.C.S.:91.100.10

Descriptores: Resistencia a la compresión, mortero de Cemento Portland, resistencia del cemento, resistencia del mortero, resistencia

Precio basado en 30 páginas  
**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013



cuidado de prevenir la formación de montículos de arena o cráteres en la arena, debajo del talud del cual rodarán las partículas gruesas. Los depósitos serán de suficiente tamaño para permitir estas precauciones. Para sacar la arena de los depósitos, no se deberán utilizar dispositivos por gravedad.

## 7. TEMPERATURA Y HUMEDAD

**7.1 Temperatura:** La temperatura del aire en las cercanías de la losa de mezclado, moldes, placa de base, materiales secos y recipiente de mezclado, deberá mantenerse entre  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La temperatura del agua de mezclado, cámara húmeda o cuarto de curado y el agua del tanque de almacenamiento deberán estar a  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**7.2 Humedad:** La humedad relativa del laboratorio no deberá ser menor que 50 %. La cámara húmeda o cuarto de curado deberán cumplir los requisitos de la NTP 334.077.

## 8. ESPECÍMENES DE ENSAYO

Se deberán preparar dos o tres especímenes de cada mezcla de mortero para cada periodo o edad de ensayo.

## 9. PREPARACIÓN DE LOS MOLDES

**9.1** A las caras interiores de los moldes y a la placa de base se les debe aplicar una capa delgada de aceite mineral o de grasa lubricante ligera. Las superficies de contacto de los elementos separables deberán revestirse con una capa delgada de aceite mineral grueso o de grasa lubricante ligera. Limpiar las caras del molde y de la placa de base usando un paño textil a fin de lograr una fina capa de revestimiento en el interior de las superficies del molde. Cuando se use un lubricante aerosol, esparcir el agente directamente sobre las superficies del molde y la placa de base, desde una distancia de 150 mm a 200 mm para lograr una cobertura completa. Limpiar la superficie con un paño textil, lo necesario para remover cualquier exceso de lubricante aerosol. El residuo de revestimiento debe ser justo lo suficiente para que permita distinguir la impresión de la yema de un dedo cuando se aplique una ligera presión con él mismo (Nota 5).

## Designación: ASTM C 131 - 01

### Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina Los Angeles<sup>1</sup>

Esta norma ha sido editada con la designación C 131; el número que sigue inmediatamente a la designación señala su año de adopción original o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última aprobación. Una letra epsilon en superíndice (e) señala un cambio editorial desde la última revisión o aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por el Departamento de Defensa.

#### 1. Alcances\*

1.1 Este método de ensayo describe un procedimiento para ensayar tamaños de áridos gruesos menores a los 37,5 mm (1 1/2 pulg) para la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de ensayo Los Angeles.

Nota 1 - Un procedimiento para ensayar los áridos gruesos mayores de 19,0 mm (3/4 pulg) se encuentra en el Método de Ensayo C 535.

1.2 Los valores establecidos en unidades del SI constituyen la norma. Los valores entre paréntesis son informativos.

1.3 *Esta norma no se refiere a todas las medidas de seguridad si las hubiera, asociadas con su uso. Es de responsabilidad del usuario de estas normas el establecer las medidas y prácticas de seguridad y salud personal necesarias y determinar la aplicación de las limitaciones reglamentarias con anterioridad a su uso.*

#### 2. Documentos de referencia

2.1 *Normas ASTM:*

C 125 Terminología relacionada con el hormigón y áridos para el hormigón.<sup>2</sup>

C 136 Método de ensayo para determinar el análisis granulométrico de los áridos finos y gruesos.<sup>2</sup>

C 535 Método de Ensayo para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de gran tamaño por abrasión e impacto en la Máquina Los Angeles<sup>2</sup>

C 670 Práctica para la preparación de los informes de precisión y sesgo para los métodos de ensayo de los materiales para la construcción.<sup>2</sup>

C 702 Práctica para reducir las muestras de áridos al tamaño para los ensayos.<sup>2</sup>

D 75 Práctica para el muestreo de los áridos.<sup>3</sup>

E 11 Especificaciones para los tamices de malla para fines de ensayo.<sup>4</sup>

#### 3. Terminología

3.1 *Definiciones* - Las definiciones de los términos usados en este método de ensayo se encuentran en Terminología C 125.

#### 4. Resumen del método de ensayo

4.1 Este método de ensayo es una medida de la degradación de los áridos minerales de granulometría estándar. Estos resultados provienen de una combinación de acciones como abrasión o

desgaste, impacto y trituración, efectuadas en un tambor de acero que contiene un número especificado de esferas de acero. El número de esferas depende de la granulometría de la muestra de ensayo. A medida que el tambor gira, una placa recoge la muestra y las esferas de acero, las traslada hasta el lado opuesto del tambor donde las deja caer, creando un efecto de impacto y trituración. Luego el contenido gira dentro del tambor con una acción abrasiva y trituradora hasta que la placa toma la muestra y las esferas de acero y el ciclo se repite. Después de un determinado número de revoluciones, el contenido es retirado del tambor y la porción de áridos es tamizada para medir la degradación como porcentaje de pérdida.

#### 5. Significado y uso

5.1 Este método de ensayo ha sido ampliamente empleado como indicador de la calidad relativa de diversas fuentes de áridos que poseen una composición mineral similar. Los resultados no permiten hacer automáticamente comparaciones válidas entre fuentes distintas en su origen, composición o estructura. Se deben asignar los límites de las especificaciones basadas en este ensayo con extremo cuidado considerando los tipos de áridos disponibles y su comportamiento histórico en usos específicos.

-----  
\* **Al final de la norma aparece un resumen de los cambios efectuados**

<sup>1</sup> Este método de ensayo se encuentra bajo la jurisdicción del Comité C09 de la ASTM sobre Hormigón y Áridos para hormigón y es de responsabilidad directa del Subcomité C09.20 sobre Áridos de peso normal.

La presente edición fue aprobada con fecha 10 de agosto de 2001. Publicada en octubre de 2001. Originalmente publicada como C 131 - 37T. La edición anterior es C 131 - 96.

<sup>2</sup> *Anuario de normas ASTM*, Vol. 04.02.

<sup>3</sup> *Anuario de normas ASTM*, Vol. 04.03.

<sup>4</sup> *Anuario de normas ASTM*, Vol. 14.02.

## 7. Muestreo

7.1 Obtenga la muestra de acuerdo con la Práctica D 75 y redúzcala al tamaño adecuado para el ensayo, de acuerdo con la Práctica C 702.

## 8. Preparación de la muestra de ensayo

8.1 Lave y seque en el horno la muestra reducida, a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ) hasta masa constante (véase 9.1.1), separe en fracciones y vuelva a combinar hasta obtener la granulometría de la Tabla 1 más cercana al rango de los tamaños de los áridos proporcionados para el trabajo. Anote la masa de la muestra antes del ensayo aproximándola al gramo más cercano.

## 9. Procedimiento

9.1 Coloque la muestra y la carga en la máquina de ensayo Los Angeles y haga girar la máquina a una velocidad de 30 a 33 rev/min durante 500 revoluciones (Nota 5). A continuación, descargue el material de la máquina y haga una separación preliminar de la muestra en un tamiz más gruesos de 1,70 mm (Nº 12). Tamice la porción más fina en un tamiz de 1,70 mm de acuerdo con el Método de Ensayo C 136. Lave el material más grueso que 1,70 mm y seque en el horno a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  ( $230 \pm 9^\circ\text{F}$ ) hasta masa constante (véase 9.1.1) y determine la masa aproximándola al gramo más cercano (Nota 6).

9.1.1 Si el árido se encuentra prácticamente libre de polvo y materias adheridas, el requisito de lavado posterior al ensayo puede evitarse, aunque siempre se requiere el secado antes del ensayo. Sin embargo, en el caso de un ensayo de referencia, el procedimiento de lavado debe realizarse.

Nota 5 - Se puede obtener una información valiosa sobre la uniformidad de la muestra en ensayo, determinando la pérdida después de 100 revoluciones. Esta pérdida debe ser determinada sin el lavado del material más grueso que el tamiz de 170 mm. La razón de la pérdida después de 100 revoluciones con respecto a la pérdida después de 500 revoluciones no debería exceder el 0,20 para el material de dureza uniforme. Al realizar esta determinación, se debe tener cuidado en evitar la pérdida de cualquier porción de la muestra. Devuelva toda la muestra, incluido el polvo de la fractura, a la máquina de ensayo para aplicarle las 400 revoluciones faltantes para completar el ensayo.

Nota 6 - La eliminación del lavado después del ensayo rara vez reduce la pérdida medida en más de un 0,2% de la masa original de la muestra.

## 10. Cálculos

10.1 Calcule la pérdida (diferencia entre la masa original y la masa final de la muestra de ensayo) como un porcentaje de la masa original de la muestra de ensayo. Informe este valor como porcentaje de pérdida (Nota 7).

Nota 7 - El porcentaje de pérdida determinado por este método de ensayo no presenta una relación consistente con el porcentaje de pérdida cuando se aplica en Método de Ensayo C 535 para el mismo material.

## 11. Informe

11.1 Entregue la siguiente información:

11.1.1 Identificación de los áridos, como por ejemplo, fuente, tipo y tamaño máximo nominal.

11.1.2 Designación de la granulometría según la Tabla 1 utilizada para el ensayo, y

11.1.3 Pérdida por abrasión e impacto de la muestra aproximada al 1% más cercano en masa.

## 12. Precisión y sesgo

12.1 *Precisión* - Para los áridos gruesos de tamaño máximo nominal 19,0 mm (3/4 pulg) con un porcentaje de pérdida en un rango entre 10 y 45%, el coeficiente de variación multilaboratorio ha sido determinado en 4,5%<sup>5</sup>. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por dos laboratorios diferentes en muestras de los mismos áridos no deberán diferir entre sí en más de un 12,7% de su promedio. El coeficiente de variación de un solo operador ha sido determinado en 2,0%<sup>5</sup>. Por lo tanto, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por un mismo operador con la misma muestra de áridos gruesos no deberán diferir entre sí en más de un 5,7% de su promedio<sup>5</sup>.

12.2 *Sesgo* - Como no existe un material de referencia aceptado ni adecuado para determinar el sesgo en este método de ensayo, no se hacen comentarios al respecto.

## 13 Palabras clave

13.1 abrasión; árido (grueso; tamaño pequeño); degradación; impacto; máquina Los Angeles.

<sup>5</sup> Estos números representan los límites (1S%) y (D2S%), respectivamente, como se describe en la Práctica C 670.

## AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo

AGGREGATES. Relative density (specific weight) and absorption of coarse aggregate. Test method

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C127:2015 Standard test method for density, relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. - Reimpreso por autorización de ASTM International

**2020-11-05**  
**4ª Edición**

R.D. N° 030-2020-INACAL/DN. Publicada el 2020-11-26

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, agregado fino, densidad relativa, gravedad específica

6.3 La masa mínima de la muestra de ensayo a utilizar se da de la siguiente manera. Está permitido ensayar el agregado grueso en varias fracciones de tamaño. Si la muestra contiene más de 15% retenido en el tamiz de 37,5 mm (1 ½ pulg), ensayar el material mayor que 37,5 mm en una o más fracciones de tamaño por separado de las fracciones de tamaño de menor tamaño. Cuando un agregado se ensaya en diferentes fracciones de tamaño, la masa mínima de la muestra de ensayo para cada fracción debe ser la diferencia entre los valores indicados para los tamaños máximo y mínimo de la fracción.

Tamaño máximo nominal mm (pulg.)	Masa Mínima de muestra de ensayo kg (lb)
12,5 (½) o menor	2 (4,4)
19,0 (¾)	3 (6,6)
25,0 (1)	4 (8,8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50,0 (2)	8 (18)
63,0 (2 ½)	12 (26)
75,0 (3)	18 (40)
90,0 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
125 (5)	75 (165)

6.4 Si la muestra es ensayada en dos o más fracciones, determinar la clasificación de la muestra de acuerdo con la NTP 400.012, incluyendo los tamices utilizados para la separación de las fracciones por tamaño para las determinaciones en este método. Al calcular el porcentaje de material en cada fracción de tamaño, ignorar la cantidad de material más fino que el tamiz de 4,75 mm (No. 4) (o el tamiz de 2,36 mm (No. 8) se hará cuando este tamiz sea usado de acuerdo con el subcapítulo 6.2).

NOTA 2: Cuando se ensayan agregados gruesos de tamaño máximo nominal grande, que requieren grandes muestras de ensayo, puede ser más conveniente llevar a cabo la prueba en dos o más sub-muestras, y los valores obtenidos se combinarán para los cálculos descritos en el capítulo 8.

## 7 Procedimiento

7.1 Secar la muestra de ensayo en una estufa hasta peso constante a una temperatura de  $110 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , enfriar a temperatura ambiente durante 1 h a 3 h para las muestras de ensayo de tamaño nominal máximo de 37,5 mm (1 ½ pulg), o por un tiempo mayor para tamaños mayores, hasta que el agregado se haya enfriado a una temperatura

adecuada de manipular (aproximadamente 50 °C). Posteriormente sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente, durante un período de  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ . Cuando se utilizan las especificaciones ASTM C330 o ASTM C332 de agregados ligeros del Grupo II, sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente durante un período de  $72 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$ , agitar durante al menos un minuto cada 24 h.

7.2 Cuando los valores de absorción y de densidad relativa (gravedad específica) se utilicen en la dosificación mezclas de concreto, en las que los agregados estén en su condición de humedad natural, el requisito del subcapítulo 7.1 para el secado inicial es opcional y, si las superficies de las partículas de la muestra se han mantenido continuamente húmedas hasta que se hayan ensayado, el requisito establecido en el subcapítulo 7.1 para la remojo durante  $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$  o  $72 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$  también es opcional.

NOTA 3: Los valores de absorción y de densidad relativa (gravedad específica) (SSD) pueden ser significativamente mayores para agregados no secados en estufa, antes de remojar, que para el mismo agregado tratado de acuerdo al subcapítulo 7.1. Esto es especialmente cierto, para las partículas mayores de 75 mm, debido a que el agua puede no ser capaz de penetrar en los poros hacia el centro de las partículas durante el período de remojo indicado.

7.3 Retirar la muestra del agua y hacer rodar sobre un paño absorbente grande, hasta que se eliminan todas las partículas visibles de agua. Limpiar las partículas más grandes individualmente. Se permite la utilización de un flujo de aire para facilitar la operación de secado. Tener cuidado para evitar la evaporación del agua de los poros de agregados durante la operación de secado superficial. Determinar la masa de la muestra de ensayo, en la condición saturada superficialmente seca. Anotar ésta y todas las masas subsiguientes cercanas a 0,5 g o al 0,05 % de la masa de la muestra, lo que sea mayor.

7.4 Después de la determinación de la masa en aire, colocar inmediatamente la muestra saturada superficialmente seca en el contenedor de la muestra y determinar su masa aparente en agua a  $23 \text{ °C} \pm 2,0 \text{ °C}$ . Tener cuidado de eliminar todo el aire atrapado antes de determinar la masa, agitando el recipiente mientras esté sumergido.

NOTA 4: La diferencia entre la masa en el aire y la masa cuando la muestra se sumerge en el agua es igual a la masa de agua desplazada por la muestra.

NOTA 5: El contenedor debe ser sumergido a una profundidad suficiente para cubrirlo y también cubrir la muestra de ensayo, mientras se determina la masa aparente en el agua. El cable que suspende el contenedor debe ser de tamaño práctico más pequeño, para minimizar los posibles efectos de una longitud sumergida variable.

7.5 Secar la muestra de ensayo en la estufa hasta peso constante, a temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , enfriar al aire a temperatura ambiente durante 1 h a 3 h, o hasta que el agregado se ha enfriado a una temperatura que sea apropiada para la manipulación (aproximadamente  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y determinar la masa.

## 8 Cálculos

### 8.1 Densidad relativa (Gravedad específica)

8.1.1 **Densidad relativa (Gravedad específica) (OD):** calcular la densidad relativa (gravedad específica) en base al agregado secado al horno de la manera siguiente:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica)(OD)} = A/(B - C) \quad (1)$$

donde:

- A = masa de la muestra secada al horno al aire, g ;  
B = masa de la muestra de ensayo saturada superficialmente seca al aire, g ; y  
C = masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua, g .

8.1.2 **Densidad relativa (gravedad específica) (SSD):** Calcular la densidad relativa (gravedad específica) sobre la base del agregado saturado, superficialmente seco, de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa (gravedad específica)(SSD)} = B/(B - C) \quad (2)$$

8.1.3 **Densidad relativa aparente (Gravedad específica):** Calcular la densidad relativa aparente (Gravedad específica) de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa aparente (Gravedad específica)} = A/(A - C) \quad (3)$$

**AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo**

AGGREGATES. Determination of relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate. Test method

**2021-10-29**  
**4ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 17 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptorios: Absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica



## 8.2 Procedimiento gravimétrico (Picnómetro)

8.2.1 Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro 500 g  $\pm$  10 g de agregado fino en condición SSS, preparada como se describe en el capítulo 7, y llenar de agua adicional hasta aproximadamente el 90 % de su capacidad. Agitar el picnómetro como se describe en el subcapítulo 8.2.1.1 (manualmente) o 8.2.1.2 (mecánicamente).

8.2.1.1 Rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro (o utilizar una combinación de estas acciones) para eliminar las burbujas de aire visibles.

NOTA 3: Normalmente se requiere de 15 min a 20 min para eliminar las burbujas de aire por métodos manuales. Se ha encontrado que es útil la inmersión de la punta de una toalla de papel en el picnómetro en la dispersión de la espuma, que a veces se acumula cuando se realiza la eliminación de las burbujas de aire. Opcionalmente, una pequeña cantidad de alcohol isopropílico puede ser utilizado para dispersar la espuma.

8.2.1.2 Agitar mecánicamente el picnómetro por vibración externa de una manera que no se degrade la muestra. Ajustar el nivel de agitación para fijar las partículas individuales sin degradación en movimiento siendo suficiente para promover la eliminación de aire. Un agitador mecánico se considera aceptable para su uso, si las pruebas comparativas cada período de seis meses, muestran variaciones menores que el rango aceptable de dos resultados (d2s) indicados en la Tabla 1 mostrados en los resultados de la agitación manual del mismo material.

8.2.2 Después de la eliminación de todas las burbujas de aire, ajustar la temperatura del picnómetro y su contenido a 23,0 °C  $\pm$  2,0 °C , si es necesario por inmersión parcial en agua circulante, y llevar el nivel de agua en el picnómetro a su capacidad de calibración. Determinar la masa total del picnómetro, el espécimen, y el agua.

8.2.3 Retirar el agregado fino del picnómetro, secar en el horno a una masa constante, a temperatura de 110 °C  $\pm$  5 °C (230 °F  $\pm$  9 °F), enfriar en aire a temperatura ambiente durante 1,0 h  $\pm$  1/2 h , y determinar la masa.

8.2.4 Determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a 23,0 °C  $\pm$  2,0 °C .

### 8.3 Procedimiento volumétrico (frasco Le Chatelier)

8.3.1 Inicialmente llenar el matraz con agua a un punto en el vástago entre el 0 y la marca de 1 mL . Anotar esta lectura inicial con el frasco y el contenido dentro del rango de temperatura de  $23,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$  . Agregar  $55\text{ g} \pm 5\text{ g}$  de agregado fino en condición saturada superficialmente seca (o según sea necesaria otra cantidad medida). Después de haber introducido todos los agregados finos, colocar el tapón en el frasco y rodar el frasco en posición inclinada o suavemente girar en un círculo horizontal para desplazar todo el aire atrapado, continuando hasta que no haya más burbujas que suban a la superficie (Véase Nota 4). Tomar una lectura final con el matraz y su contenido dentro de  $1^{\circ}\text{C}$  de la temperatura original.

NOTA 4: Se puede utilizar una cantidad medida pequeña (que no exceda de 1 mL) de alcohol isopropílico para eliminar la espuma que aparece en la superficie del agua. El volumen de alcohol utilizado se debe restar de la lectura final ( $R_2$ ).

8.3.2 Para la determinación de la absorción, usar una porción separada del agregado fino en condición SSS de  $500\text{ g} \pm 10\text{ g}$  , secar hasta masa constante y determinar la masa seca.

## 9 Cálculos

### 9.1 Símbolos

$A$  = masa de la muestra secada al horno, g

$B$  = masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, g

$C$  = masa del picnómetro llenado de muestra y agua hasta la marca de calibración, g

$R_1$  = lectura inicial de nivel de agua en un matraz de Le Chatelier, mL

$R_2$  = lectura final de agua en un matraz de Le Chatelier, mL

$S$  = masa de la muestra saturada superficialmente seca (utilizado en el procedimiento gravimétrico para la densidad y la densidad relativa (gravedad específica), o para la absorción con ambos procedimientos), g

$S_1$  = masa de la muestra saturada superficialmente seca (utilizado en el procedimiento para la densidad volumétrica y la densidad relativa (gravedad específica)), g

## 9.2 Densidad relativa (gravedad específica):

9.2.1 Densidad Relativa (Gravedad Específica) (horno seco): calcular la densidad relativa (gravedad específica) en base al agregado secado al horno, de la manera siguiente:

9.2.1.1 Procedimiento gravimétrico:

$$\text{Densidad Relativa (gravedad específica)}(SH) = A/(B + S - C) \quad (1)$$

9.2.1.2 Procedimiento volumétrico

$$\text{Densidad Relativa (gravedad específica)}(SH) = [S_1(A/S)]/[0,9975(R_2 - R_1)] \quad (2)$$

9.2.2 Densidad relativa (gravedad específica) (saturad superficialmente seco): Calcular la densidad relativa (gravedad específica) en base al agregado saturado superficialmente seca de la siguiente manera:

9.2.2.1 Procedimiento gravimétrico

$$\text{Densidad Relativa (gravedad específica)}(SSS) = S/(B + S - C) \quad (3)$$

9.2.2.2 Procedimiento volumétrico

$$\text{Densidad Relativa (gravedad específica)}(SSS) = S_1/[0,9975(R_2 - R_1)] \quad (4)$$

## **AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo**

AGGREGATES. Sieve analysis of fine and coarse aggregate. Test method

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 136/C136M:2019 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International.

**2021-10-29**  
**4ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 16 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agregado, agregado grueso, agregado fino, serie, gradación, análisis por tamizado, análisis granulométrico

## 7 Procedimiento

7.1 Secar la muestra a peso constante a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $230\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{F}$ ).

NOTA 5: Para ensayos de control, particularmente cuando se deseen resultados rápidos no es necesario secar el agregado grueso para el análisis granulométrico. Los resultados son ligeramente afectados por el contenido de humedad a menos que: (1) el tamaño máximo nominal sea menor que 12,5 mm ( $1/2$  pulg); (2) el agregado grueso contenga apreciable cantidad de material más fino que 4,75 mm (No. 4); o (3) el agregado grueso es altamente absorbente (ejemplo un agregado ligero). También las muestras pueden ser secadas a una temperatura alta utilizando planchas calientes sin afectar los resultados, manteniendo los escapes de vapor sin generación de presiones suficientes como para fracturar las partículas y, temperaturas que no sean mayores como para causar el rompimiento químico del agregado.

7.2 Se seleccionarán tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado. El uso de tamices adicionales, según se desee o pueda ser necesario para obtener otra información, tal como módulo de finura o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período suficiente, establecido por tanda o verificado por la medida de la muestra ensayada, para obtener los criterios de suficiencia o tamizado descritos en el subcapítulo 7.4.

7.3 Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado. Para tamices con aberturas menores que 4,75 mm (No. 4), la cantidad retenida sobre alguna malla al completar el tamizado no debe exceder a  $7\text{ kg/m}^2$  de área superficial de tamizado (Véase Nota 6). Para tamices con aberturas de 4,75 mm (No. 4) y mayores, la cantidad retenida en kg no debe exceder el producto de  $2,5 \times$  (abertura del tamiz en mm  $\times$  (área efectiva de tamizado,  $\text{m}^2$ )). Esta cantidad se muestra en la Tabla 2 para 5 dimensiones de tamices de uso común. En ningún caso la cantidad retenida debe ser mayor como para causar deformación permanente al tamiz.

7.3.1 Prevenir una sobrecarga de material sobre un tamiz individual por uno de los siguientes procedimientos:

7.3.1.1 Colocar un tamiz adicional con abertura intermedia entre el tamiz que va a ser sobrecargado y el tamiz inmediatamente superior en la disposición original de tamices.

7.3.1.2 Separar la muestra en dos o más porciones, tamizando cada porción individual. Combinar las masas de cada porción retenidas sobre un tamiz especificado antes de calcular el porcentaje de la muestra sobre el tamiz.

7.3.1.3 Utilizar tamices de mayor armazón que provean mayor área de tamizado.

NOTA 6: La cantidad de 7 kg/m<sup>2</sup> a 200 g para los diámetros usuales de tamiz de 203 mm (8 pulg) (con superficie efectiva de tamizado de 190,5 mm (7,5 pulg) de diámetro).

**Tabla 2 - Máxima cantidad permitida de material retenido sobre un tamiz, kg (lb)**

Abertura nominal del tamiz, mm	Dimensión nominal del tamiz <sup>A</sup>				
	(8 pulg) diám <sup>B</sup>	(10 pulg) diám <sup>B</sup>	(12 pulg) diám <sup>B</sup>	(14 pulg por 14 pulg)	(14,5 por 23 pulg)
	Área de tamizado, m <sup>2</sup> (pie <sup>2</sup> )				
	0,0285 (0,3)	0,0457 (0,5)	0,0670 (0,7)	0,1225 (1,3)	0,2158 (2,3)
125	<sup>C</sup>	<sup>C</sup>	<sup>C</sup>	<sup>C</sup>	67,4 (148 ½)
100	<sup>C</sup>	<sup>C</sup>	<sup>C</sup>	30,6 (67 ½)	53,9 (118 ¾)
90	<sup>C</sup>	<sup>C</sup>	15,1 (33 ¼)	27,6 (60 ¾)	48,5 (106 ¾)
75	<sup>C</sup>	8,6 (19)	12,6 (27 ¾)	23,0 (50 ¾)	40,5 (89 ¼)
63	<sup>C</sup>	7,2 (15 ¾)	10,6 (23 ¼)	19,3 (42 ½)	34,0 (75)
50	3,6 (8)	5,7 (13)	8,4 (18 ½)	15,3 (33 ¾)	27,0 (59 ½)
37,5	2,7 (6)	4,3 (9 ½)	6,3 (13 ¾)	11,5 (25 ¼)	20,2 (44 ½)
25,0	1,8 (4)	2,9 (6 ½)	4,2 (9 ¼)	7,7 (17)	13,5 (29 ¾)
19,0	1,4 (3 ½)	2,2 (4 ¾)	3,2 (7 ½)	5,8 (12 ¾)	10,2 (22 ½)
12,5	0,89 (2)	1,4 (3)	2,1 (4 ¾)	3,8 (8 ¼)	6,7 (14 ¾)
9,5	0,67 (1 ½)	1,1 (2 ½)	1,6 (3 ½)	2,9 (6 ¼)	5,1 (11 ¼)
4,75	0,33 (¾)	0,54 (1 ¼)	0,80 (1 ¾)	1,5 (3 ¼)	2,6 (5 ¾)

<sup>A</sup> Dimensiones del tamiz en pulgadas: Diámetro de 8,0 pulg , diámetro de 10,0 pulg ; diámetro de 12 pulg ; de 13,8 pulg x 13,8 pulg (14 pulg x 14 pulg nominal); 14,6 pulg x 22,8 pulg (16 pulg x 24 pulg nominal).

<sup>B</sup> El área de los tamices circulares se basa sobre su diámetro efectivo 12,7 mm (½ pulg) menos que el diámetro nominal, dado que la especificación NTP 334.170 o ASTM E11 permite que la soldadura entre el tamiz y el marco (armazón) sea hasta de 6,35 mm (¼ pulg) sobre el tamiz. De este modo el diámetro efectivo de tamizado para un tamiz de 203 mm (8 pulg) es 190,5 mm (7,5 pulg). Los fabricantes de tamices no deberían sobrepasar de 6.5 mm (¼ pulg) de espesor de soldadura sobre el tamiz.

<sup>C</sup> Los tamices indicados tienen menos de cinco aberturas. No deberán ser utilizados para tamizado, excepto como está previsto en el subcapítulo 7.6.

7.4 Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual como sigue: Sostener firmemente el tamiz individual con su tapa y fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y a una velocidad cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes. En la determinación de la eficacia del tamizado para medidas mayores de 4,75 mm (No. 4), limitar a una capa simple de partículas sobre el tamiz. Si la medida del tamiz hace impracticable el movimiento de tamizado descrito, utilizar el tamiz de 203 mm (8 pulg) de diámetro para verificar la eficiencia del tamizado.

7.5 En el caso de mezclas de agregados gruesos y finos, consultar el subcapítulo 7.3.1 para evitar la sobrecarga de tamices individuales.

7.5.1 Opcionalmente, la porción más fina que la malla de 4,75 mm (No. 4), puede ser reducida utilizando un sacudidor mecánico de acuerdo con el método NTP 400.043. Si se siguió este procedimiento, calcular la masa del incremento de cada medida de la muestra original como sigue:

$$A = \frac{w_1}{w_2} \times B \quad (1)$$

donde:

$A$  = masa del incremento de la medida sobre la base de la muestra total;

$W_1$  = masa de la fracción más fina que la malla de 4,75 mm (No. 4) en la muestra total;

$W_2$  = masa de la porción reducida de material más fino que la malla de 4,75 mm (No. 4) efectivamente tamizada;

$B$  = masa del incremento en la porción reducida tamizada.

7.6 A no ser que se utilice un sacudidor mecánico, tamizar manualmente las partículas mayores que 75 mm (3 pulg) para la determinación de las aberturas menores de tamiz a través de la cual pasa. Empezar con el menor tamiz utilizado. Alternar las partículas, si es necesario, para determinar si pasarán a través de una abertura particular; de cualquier modo, no fuerce las partículas a pasar a través del tamiz.

## AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados

AGGREGATES. Test method for bulk density (“Unit Weight”) and voids in aggregate standard test method for soundness of aggregates by use of sodium sulfate or magnesium sulfate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C29/C29M-17a, Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2020-01-29**  
**4ª Edición**

R.D. N° 001-2020-INACAL/DN. Publicada el 2020-02-18

Precio basado en 14 páginas

I.C.S.: 19.060

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Agregados, densidad de masa, agregado grueso, densidad, agregado fino, peso unitario, vacíos en agregados



## 9 Procedimiento

9.1 Determinar y registrar la masa del recipiente vacío al 0,05 kg más cercano.

9.2 Para determinar la densidad aparente compactada de agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 37,5 mm [1 ½ pulg] o menos, consolidar la muestra en el recipiente usando el Método A: Rodding (apisonado); usar el Método B: Jigging para agregados que tengan un tamaño máximo nominal superior a 37,5 mm [1 ½ pulg] y que no exceda de 125 mm [5 pulg]. Para determinar la densidad aparente suelta del agregado, cuando esté estipulado, completar el recipiente con el Método C: Shoveling (palear).

### 9.2.1 Método A – *Rodding*

9.2.1.1 Llenar el recipiente a un tercio del total y nivelar la superficie con los dedos. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie. Llenar el recipiente a los dos tercios del total y nuevamente nivelar y apisonar como anteriormente. Finalmente, llenar el recipiente a sobre-volumen y apisonar nuevamente de la forma indicada líneas arriba. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibre los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

9.2.1.2 En el apisonado de la primera capa, procurar no golpear el fondo del recipiente con fuerza con la varilla. En el apisonado de la segunda y tercera capas, usar un esfuerzo vigoroso, pero no mayor de la que pueda causar la penetración de la varilla a la capa previa del agregado.

NOTA 5: En el apisonado de tamaños grandes de agregado grueso, esto puede no ser posible para penetrar la capa que está siendo consolidada, especialmente con agregados angulares. El intento del procedimiento será cumplido si un esfuerzo vigoroso es usado.

## 9.2.2 Método B – *Jigging*

9.2.2.1 Llenar el recipiente en 3 capas aproximadamente iguales como se describe en 9.2.1.1, compactar cada capa por colocación del recipiente en una base firme, como un piso de concreto, se inclina el recipiente hasta que el borde opuesto a la base de apoyo diste unos 50 mm del piso, para luego dejarlo caer en forma tal que de un golpe seco. Mediante este procedimiento, las partículas del agregado se acomodan de forma compacta. Compactar cada capa dejando caer el recipiente 50 veces en la forma descrita, 25 veces por cada extremo opuesto. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

## 9.2.3 Método C – *Shoveling*

9.2.3.1 Llenar el recipiente hasta el rebocé con una pala o cucharón, descargando el agregado de una altura que no exceda 50 mm encima del borde superior del mismo. Tener cuidado a fin de prevenir, como sea posible, la segregación del tamaño de partículas que constituyen la muestra. Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.

9.3 Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg .

## 10 Cálculo

10.1 **Densidad de masa:** Calcular la densidad de masa como sigue:

$$M = \frac{(G - T)}{V} \quad (1)$$

o

$$M = (G - T) \times F \quad (2)$$

donde:

- $M$  = densidad de masa del agregado,  $\text{kg/m}^3$   
 $G$  = masa del agregado más el recipiente,  $\text{kg}$   
 $T$  = masa del recipiente,  $\text{kg}$   
 $V$  = volumen del recipiente,  $\text{m}^3$ , y  
 $F$  = factor para el recipiente,  $\text{m}^{-3}$

10.1.1 La densidad de masa determinada por este método es para un agregado en condición secada en estufa. Si la densidad de masa es deseada en condición de saturada con superficie seca (SSS), usar el procedimiento exacto para este método, y entonces calcular la densidad de masa SSS usando la siguiente fórmula:

$$M_{SSS} = M [1 + (A/100)] \quad (3)$$

donde:

- $M_{SSS}$  = densidad de masa en condición SSS,  $\text{kg/m}^3$ ; y  
 $A$  = % de absorción, determinado de acuerdo con la NTP 400.021 o por el método NTP 400.022.

**10.2 Contenido de vacíos:** Calcular el contenido de vacíos en el agregado usando la densidad de masa determinada por cualquiera de los procedimientos descritos como sigue:

$$\% \text{ Vacíos} = 100 [(S \times W) - M] / (S \times W) \quad (4)$$

donde:

- $M$  = densidad de masa del agregado;  $\text{kg/m}^3$ ,  
 $S$  = gravedad específica de masa (base seca) de conformidad con el método NTP 400.021 o con el método NTP 400.022; y  
 $W$  = densidad del agua,  $998 \text{ kg/m}^3$ .

**AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo**

AGGREGATES. Determination of the total evaporable moisture content of aggregates by drying. Test method

**2021-10-29**  
**3ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Agregados, secado, contenido de humedad

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg) <sup>A</sup>	Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg <sup>B</sup>
63 (2 ½)	10
75 (3)	13
90 (3 ½)	16
100 (4)	25
150 (6)	50

A Sobre la base de los tamices de la NTP 350.001 o ASTM E11.  
B Determinar la masa para muestras mínimas para agregados ligeros multiplicando el valor indicado por la unidad de masa en base seca del agregado en kg/m<sup>3</sup> (determinado mediante el método de ensayo NTP 400.017) y dividido por 1600.

## 6 Procedimiento

6.1 Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 % .

6.2 Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de partículas. Un secado muy rápido puede causar que algunas partículas exploten, dando como resultado en pérdidas de partículas. Usar un horno de temperatura controlada cuando el calor excesivo puede alterar las características del agregado o cuando se requiera una medición más precisa. Si se usa una fuente de calor diferente al horno de temperatura controlada revolver la muestra durante el secado para acelerar la operación y evitar sobrecalentamiento localizado. Cuando se use un horno microondas, revolver la muestra es opcional.

6.2.1 **Precaución:** cuando se utiliza un horno microondas, ocasionalmente ha minerales presentes en los agregados que pueden causar que el material se sobrecaliente y explote. Si esto ocurre puede dañar el microondas.

6.3 Cuando se use una plancha o cocina, el secado puede acelerarse mediante el siguiente procedimiento: Añadir suficiente alcohol desnaturalizado para cubrir la muestra húmeda. Revolver y permitir que el material suspendido se asiente. Decantar la mayor cantidad de alcohol posible sin perder nada de muestra. Encender el alcohol remanente y permitir que arda hasta que se consuma durante el secado de la muestra sobre la plancha o cocina.

6.3.1 **Advertencia:** Tomar precauciones para controlar la ignición a fin de prevenir lesiones o daños con el alcohol encendido.

6.4 La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.

6.5 Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.

## 7 Cálculos

7.1 Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$p = 100 (W - D) / D \quad (1)$$

donde:

$p$  = contenido total de humedad evaporable de la muestra, en porcentaje;

$W$  = masa de la muestra húmeda original, en gramos; y

$D$  = masa de la muestra seca, en gramos.

7.2 El contenido de humedad superficial es igual a la diferencia entre el contenido de humedad total evaporable y la absorción, con todos los valores referidos a la masa de una muestra seca. La absorción puede determinarse de acuerdo con la NTP 400.021 o la NTP 400.022.

## CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo

CONCRETE. Measure slump of hydraulic - cement concrete. Test method

**2022-03-15**  
**5ª Edición**

R.D. N° 002-2022-INACAL/DN. Publicada el 2022-03-24

Precio basado en 11 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad

6.4 **Cucharón:** De tamaño apropiado y forma adecuada para obtener la cantidad suficiente y representativa de concreto del recipiente que contiene la muestra y lo suficientemente pequeño para colocarla sin derramar en el molde.

## 7 Muestra

Las muestras de concreto sobre la cual se realizan las pruebas deben ser representativas de la tanda y se debe tomar de acuerdo con lo indicado en la NTP 339.036.

## 8 Procedimiento

8.1 Humedecer el molde y se coloca sobre una superficie plana, rígida, nivelada, no absorbente, húmeda, libre de vibración y que sea lo suficientemente grande para contener todo el concreto luego del asentamiento. El molde se fija firmemente en su lugar durante el llenado pisando las aletas o asegurando las abrazaderas a la placa de base descrita en el subcapítulo 6.1. Con la muestra de concreto obtenido de acuerdo con el capítulo 7, inmediatamente se llena el molde vaciando el concreto en tres capas, de modo que cada capa corresponda a aproximadamente a la tercera parte del volumen del molde (Véase Nota 5). Se coloca el concreto en el molde usando el cucharón descrito en el subcapítulo 6.4. El concreto se vacía moviendo el cucharón alrededor del perímetro del molde, para asegurar la distribución del concreto con la mínima segregación.

NOTA 5: Un tercio del volumen del molde lleno corresponde una altura de asentamiento de 70 mm ; dos tercios del volumen del molde lleno corresponden a una altura de 160 mm .

8.2 Cada capa se compacta aplicando 25 golpes con la barra compactadora distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección de la capa. En la capa inferior es necesario inclinar un poco la barra y dar la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en espiral hacia el centro de la sección. La capa inferior se compacta en toda su profundidad. Para cada capa superior se compactan a través de todo su espesor, procurando que la barra penetre ligeramente en la capa inmediata inferior, aproximadamente 25 mm .



8.3 El molde se llena por exceso antes de compactar la última capa. Si como resultado de la operación de compactación hubiere una deficiencia de material, añadir la cantidad suficiente para mantener un exceso de concreto sobre la parte superior del molde en todo momento. Un vez que la capa superior ha sido compactada, golpee la superficie del concreto mediante un movimiento de nivelación y rodadura de la barra apisonadora. Se continúa asegurando el molde firmemente contra la base y se elimina el concreto sobrante alrededor del molde para evitar interferencias con el movimiento del concreto que se asienta. Se retira inmediatamente el molde del concreto levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Se levanta el molde una altura de 300 mm en  $5 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$  con un movimiento ascendente firme, evitándose los movimientos laterales o torsionales. La operación completa desde el principio de llenado del molde hasta su retiro se hará sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2,0 min y 30 s.

8.4 Se mide inmediatamente el asentamiento, determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro desplazado de la cara superior del cono deformado. En caso de que se presente una falla por corte, donde se aprecia una separación de una parte de la masa (Véase Nota 6), este ensayo será desechado y realizar uno nuevo con otra parte de la muestra.

NOTA 6: Si la falla por corte muestra una caída o desprendimiento, ocurre dos veces consecutivas en una mezcla de concreto, probablemente el concreto carece de la plasticidad y cohesión necesaria para que el ensayo de asentamiento sea aplicado.

## CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión

CONCRETE. Standard test method for determining air content of freshly mixed concrete by the pressure method

**2017-12-27**  
**3ª Edición**

R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03

Precio basado en 31 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Contenido de aire; calibración; concreto; factor de corrección; recipiente de medida; presión; bomba; peso unitario

## **8 Procedimiento para determinar el contenido de aire del concreto**

### **8.1 Colocación y compactación de la muestra**

8.1.1 Preparar el concreto como se describe en el apartado 7.1. Se humedece el interior del recipiente de medida y se coloca sobre una superficie plana, nivelada y firme. Usando la cuchara descrita en el apartado 4.17, se coloca una muestra representativa de concreto, en el recipiente de medida, en capas iguales, de acuerdo con el método de apisonado (véase 8.1.2 o 8.1.3). Mientras se coloca el concreto en el recipiente, mover la cuchara alrededor del perímetro del recipiente abierto, para asegurar una distribución uniforme del concreto con una segregación mínima. Se compacta cada capa mediante el procedimiento de apisonamiento (véase 8.1.2) o por vibración (véase 8.1.3). Posteriormente se enrasa la última capa compactada (véase 8.1.4) y se apisonan los concretos con asentamiento superior a 75 mm. Se apisona o se somete a vibración el concreto con un asentamiento entre 25 mm o 75 mm. Se compactan por vibración los concretos con un asentamiento menor de 25 mm por vibración.

#### **8.1.2 Apisonado**

Se coloca el concreto en el recipiente de medición en tres capas de aproximadamente igual volumen. Apisonar cada capa 25 veces de manera uniforme por encima de la sección transversal con el extremo redondeado de la varilla. Apisonar la capa de fondo en toda su profundidad. Al apisonar esta capa, tener cuidado de no dañar el fondo del recipiente de medición. Para cada capa, permitir que la varilla penetre a través de la capa que está siendo apisonada y en la capa que está debajo aproximadamente 25 mm. Luego de apisonar cada capa, se golpean vigorosamente los lados del molde con un mazo, de 10 a 15 veces, para cerrar cualquier vacío dejado por la varilla de apisonado y para sacar las burbujas de aire más grandes que pudieron quedar atrapadas. La última capa de concreto se coloca de tal manera que se evite el sobrellenado excesivo (Véase el apartado 8.1.4).

### 8.1.3 Vibración

El concreto se coloca en el recipiente de medida, en dos capas de aproximadamente igual volumen. Se coloca todo el concreto de cada capa antes de someterla a vibración. Cada capa se compacta con tres penetraciones del vibrador, uniformemente distribuidas en la sección. La última capa se coloca de tal manera que se evite un sobrellenado excesivo (Véase 9.1.4). En la compactación de cada capa, no se debe permitir que el vibrador se apoye o toque el fondo o las paredes del recipiente de medida. Es necesario tener cuidado al retirar el vibrador, para asegurar que no haya burbujas de aire en el espécimen. Así mismo, se debe establecer una duración estándar de la vibración para cada tipo de concreto, vibrador o recipiente de medida involucrados. La duración de la vibración requerida dependerá de la trabajabilidad del concreto y la eficiencia del vibrador. La vibración se continúa aplicando el tiempo suficiente para obtener la compactación apropiada del concreto. Nunca se debe continuar la vibración por más tiempo del necesario, ya que se puede producir espuma en la muestra.

NOTA 6: Una vibración excesiva puede causar segregación y pérdida del aire intencionalmente incluido. En general, se ha aplicado suficiente vibración cuando la superficie se vuelve relativamente lisa y tiene una apariencia brillante.

### 8.1.4 Enrasado

Después de compactar el concreto, se enrasa en la superficie superior deslizando la barra de enrase a lo largo del reborde o borde del recipiente de medida con un movimiento de vaivén hasta que el tope del recipiente este justo a nivel. Con la terminación de la compactación en el recipiente no debe haber grandes excesos o deficiencias de concreto. Una pérdida de 3 mm en el enrase se considera óptima. Cuando se emplee una lámina, el concreto se enrasa como lo prescribe la NTP 339.046

NOTA 7: Se puede adicionar una pequeña cantidad representativa de concreto para corregir una deficiencia. Si el recipiente contiene un gran exceso, se remueve una porción representativa de concreto con la plancha o la espátula antes de que el recipiente esté enrasado.

NOTA 8: El empleo de la lámina de enrase de aluminio o de un metal relativamente blando puede causar un rápido desgaste de éste y se requerirá un mantenimiento, calibración y en últimas su reemplazo.

### 8.1.5 Aplicación del método de ensayo

Cualquier parte del método de ensayo que no se designe específicamente como perteneciente al medidor de aire Tipo A o Tipo B puede aplicarse a ambos tipos.

CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto

CONCRETE Standard test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete

**2019-11-18**  
**3ª Edición**

## 5 Muestra

5.1 La muestra se obtiene de mezcla de concreto fresco de acuerdo con la NTP 339.036.

## 6 Procedimiento

6.1 Seleccionar el método de consolidación del concreto en ensayo, en función del asentamiento de este, a menos que el método esté definido en las especificaciones del trabajo que se está realizando. Los métodos de consolidación son apisonado y vibración interior. Para concretos con un asentamiento mayor que 75 mm se debería aplicar el método de apisonado. Para concretos con asentamiento entre 25 mm a 75 mm se aplica apisonado o vibrado. Concretos con asentamiento menor de 25 mm se debe aplicar el método de consolidación por vibración.

NOTA 7: Concreto no plástico, como normalmente se usa en la fabricación de tubos y unidades de albañilería, no están cubiertos por este método de ensayo.

6.2 Humedecer el interior del recipiente de medida y retirar el agua residual de la parte inferior. Determine la masa del recipiente vacío con una precisión consistente con los requisitos del subcapítulo 4.1. Colocar la medida en una superficie plana, nivelada y firme. Colocar el concreto en el recipiente de medición usando la cuchara descrita en el subcapítulo 4.7. Mover la cuchara alrededor del perímetro interno del recipiente de medición para asegurar una distribución homogénea del concreto con segregación mínima. Llenar el recipiente de medición en el número de capas requeridas por el método de consolidación (subcapítulos 6.3 o 6.4).

6.2.1 Seguir los procedimientos de la NTP 339.241 para llenar el recipiente de medida, si se está probando el concreto autocompactante. Al finalizar el proceso de llenado, proceder a 6.6.

6.3 **Consolidación del concreto por apisonado:** Colocar el concreto en el recipiente de medición en tres capas de aproximadamente igual volumen. Apisonar cada capa con 25 golpes de la barra compactadora cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 14 L o más pequeños; 50 golpes cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 28 L y un golpe por cada 20 cm<sup>2</sup> de superficie para recipientes de medición más

grandes. Apisonar la capa del fondo a través de todo su espesor, pero evitando que la barra compactadora no golpee fuertemente el fondo del recipiente. Distribuir los golpes uniformemente sobre la sección transversal del recipiente y para la segunda y tercera capa, la barra compactadora debe penetrar aproximadamente 25 mm en la capa subyacente. Después de que cada capa ha sido apisonada se debe golpear con el mazo (véase 4.6) los lados del recipiente, 10 a 15 veces, usando la fuerza apropiada para cerrar cualquier poro causado por la barra de apisonado y eliminar las burbujas grandes de aire atrapadas. Agregar la última capa para evitar el sobrellenado.

6.4 **Consolidación del concreto por vibración:** Llenar con concreto el recipiente de medida en dos capas aproximadamente iguales y vibrar. Colocar todo el concreto para cada capa en el recipiente de medida antes de empezar la vibración de cada capa. Insertar el vibrador en tres puntos diferentes de cada capa. Al vibrar la primera capa, el vibrador no debe descansar o tocar el fondo o lados del recipiente de medición. En la consolidación de la última capa, el vibrador debe penetrar en la capa subyacente aproximadamente 25 mm. Se debe cuidar que el vibrador se retire de tal manera que ninguna bolsa de aire se forma en el espécimen. La duración requerida de vibración dependerá en la trabajabilidad del concreto y la efectividad del vibrador (véase Nota 8). La vibración se continua por un tiempo suficiente para lograr la consolidación apropiada del concreto (véase Nota 9). Observar y registrar una duración constante de vibración para un tipo particular de concreto, vibrador y recipiente de medida.

NOTA 8: Usualmente, se ha aplicado suficiente vibración cuando la superficie del concreto se pone relativamente lisa.

NOTA 9: La sobre vibración puede causar la segregación y pérdida de cantidades apreciables de aire intencionalmente incorporado.

6.5 En la consolidación de la capa final, el recipiente de medición no debe contener un exceso sustancial o falta de concreto. Un exceso de concreto que sobresale aproximadamente 3 mm sobre el borde superior del recipiente se considera óptimo. Una cantidad pequeña de concreto puede agregarse para corregir la falta de material. Si el recipiente de medida contiene un gran exceso de concreto a la realización de consolidación de la capa final, quitar una porción representativa de concreto del exceso con una paleta o cucharón grande e inmediatamente realizar la consolidación antes de que el recipiente de medición sea golpeado por fuera.

6.6 **Alisado:** Después de la consolidación, alisar y terminar suavemente la superficie del concreto del borde superior del recipiente con la placa plana de alisado que se usa con gran cuidado para dejar el recipiente de medida nivelado y lleno. Se logra un mejor

terminado de la superficie presionando la placa de alisado sobre los 2/3 de la superficie del concreto del borde superior del recipiente de medida para cubrir y retirando la placa con un movimiento de sierra terminado sólo el área originalmente cubierta. Luego coloque la placa en la cima de la medida, cubrir el original dos terceras partes de la superficie y continuar con la presión vertical y un movimiento aserrado para cubrir la superficie entera de la medida y continuar avanzando hasta que resbale completamente fuera de la medida. Varios golpes finales con el borde inclinado del plato producirán una superficie acabada lisa.

6.7 **Limpiado y pesado:** Después del alisado de la superficie superior del recipiente se limpia todo el concreto en exceso y adherido a las paredes exteriores del recipiente de medición y luego se determina la masa del concreto con una exactitud de acuerdo con los requisitos del subcapítulo 4.1.

## 7 Cálculo

7.1 **Densidad (peso unitario):** Calcular la masa neta del concreto en kilogramos substrayendo la masa del recipiente de medida,  $M_m$ , de la masa del recipiente de medida lleno de concreto,  $M_c$ . Calcular la densidad,  $D$ ,  $\text{kg/m}^3$  dividiendo la masa neta de concreto por el volumen de la medida,  $V_m$  como sigue:

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m} \quad (1)$$

7.2 **Densidad teórica:** Calcular la densidad teórica como sigue:

$$T = \frac{M}{V} \quad (2)$$

7.2.1 El volumen absoluto de cada ingrediente en metros cúbicos es igual a la masa del ingrediente en kilogramos dividido por 1000 veces su densidad relativa (gravedad específica). Para los componentes agregados, basar la densidad relativa y la masa en la condición saturada y de superficie seca. Para el cemento, determine la densidad relativa real utilizando el método de ensayo NTP 344.005. Se permite usar un valor de 3,15 para la densidad relativa de los cementos portland que cumplen con la NTP 334.009. La densidad



## CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo

CONCRETE. Determination of the temperature of freshly mixed hydraulic cement concrete. Test method

**2021-10-29**  
**3ª Edición**

6.2.2 Muestrear el concreto fresco de acuerdo con la NTP 339.036, excepto si el único objetivo es medir la temperatura, en cuyo caso no se necesita la obtención de muestras compuestas como indica la norma.

6.2.3 Colocar la mezcla de concreto fresco dentro del recipiente.

## **7 Procedimiento**

7.1 Colocar el dispositivo de medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor esté sumergido un mínimo de 75 mm (3 pulg) . Eliminar los vacíos dejados por la colocación del dispositivo, presionando levemente el concreto en la superficie alrededor del dispositivo de medición de temperatura para que la temperatura del aire ambiental no afecte la lectura.

7.2 Dejar introducido el dispositivo medidor de temperatura en el concreto fresco por un mínimo de 2 minutos, pero no más de 5 minutos, y a continuación leer y registrar la temperatura al 0,5°C (1 °F más cercano). No retirar el dispositivo del concreto durante la lectura de la temperatura.

## **8 Expresión de resultados**

8.1 Registrar la temperatura medida al concreto fresco al 0,5 °C (1 °F) más cercano.

## **9 Precisión y sesgo**

9.1 Los datos utilizados para desarrollar la declaración de precisión se obtuvieron utilizando la versión pulgada-libra de este método de ensayo. Los índices de precisión mostrados en unidades SI son conversiones de los valores entre paréntesis.

9.2 La desviación estándar de un solo operador para la medición de temperatura del concreto ha sido encontrada de 0,3°C (0,5 °F). Por tanto, el resultado de dos ensayos realizados adecuadamente por el mismo operador, en la misma muestra no debe diferir en más de 0,7°C (1,3 °F).

9.3 La desviación estándar multioperadores para la medición de la temperatura del concreto fresco en la misma muestra, se ha encontrado que es 0,4 (0,7°F). Por lo tanto, dos ensayos realizados adecuadamente por diferentes operadores, pero en el mismo material no deben diferir en más de 1,1 ° (1,9°F)<sup>1</sup>.

9.4 Los valores de precisión indicados se obtuvieron a partir de un ensayo entre laboratorios con 11 operadores en dos lotes de concreto fresco a temperaturas de alrededor de 24°C (75°F).<sup>2</sup>

9.5 Ninguna información puede ser presentada para determinar el sesgo de este método de ensayo y no se está llevando a cabo ninguna declaración sobre el sesgo.

---

<sup>1</sup> Este número representa respectivamente, los límites (1s) y (d2s) como es definido en la norma ASTM C 670

<sup>2</sup> Los datos pertinentes a esta precisión establecidos están disponibles en la oficina principal del ASTM y se puede obtener mediante la solicitud de Informe de Investigación RR 009-1028.

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo

CONCRETE. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**2021-10-29**  
**5ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 25 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Núcleo de concreto, cilindro de concreto, resistencia del concreto, fuerza de compresión, centro, núcleo perforado

8.5.3 No hacer ajustes en la velocidad de movimiento (desde la platina a la cruceta) cuando la carga final está siendo alcanzada y la velocidad de esfuerzo decrece debido a la fractura del espécimen.

8.6 Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4 en la Figura 2). Para una máquina de ensayo, equipada con un detector de rotura del espécimen, el cierre automático de la máquina de ensayo está prohibido hasta que la carga haya caído a un valor que es inferior al 95 % del pico carga. Cuando se ensayan con almohadillas, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6 mostrados en la Figura 2, puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen haya sido alcanzada. Continuar comprimiendo el espécimen hasta que el técnico esté seguro de que se ha alcanzado la capacidad máxima. Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura de conformidad con la Figura 2. Si el patrón de fractura no es ninguno de los patrones típicos mostrados en la Figura 2, esquematizar y describir brevemente el patrón de fractura. Si la resistencia medida es menor a lo esperado, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, y la presencia de grandes vacíos de aire; si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso y verificar si el cubrimiento se realizó de acuerdo con la NTP 339.037 o NTP 339.216.

## 9 Cálculos

9.1 Calcular la resistencia a la compresión del espécimen como sigue:

Unidades SI

$$f_{cm} = \frac{4000P_{max}}{\pi D^2} \quad (2)$$

Unidades pulgada – libra

$$f_{cm} = \frac{4P_{max}}{\pi D^2} \quad (3)$$

En donde:

$f_{cm}$  = resistencia a la compresión, MPa (psi)

$P_{\max}$  = carga máxima, kN (lbf), y

$D$  = diámetro promedio medido, mm (pulg)

Usar al menos cinco dígitos para el valor de  $\pi$ , es decir, usar 3,1416 o un valor más preciso.

9.2 Si la relación de la longitud del espécimen al diámetro es 1,75 o menor, corregir el resultado obtenido en 9,1 multiplicando por un factor apropiado de corrección mostrado en la siguiente tabla:

**Tabla 3 – Relación longitud a diámetro del espécimen**

L/D <sup>A</sup>	1,75	1,50	1,25	1,00
Factor	0,98	0,96	0,93	0,87

Usar la interpolación para determinar los factores de corrección para los valores L/D indicados en la tabla.

NOTA 15: Los factores de corrección dependen de varias condiciones como son: condiciones de humedad, nivel de resistencia y módulo de elasticidad. Los valores promedio están indicados en la tabla. Estos factores de corrección se aplican a concretos de baja densidad que pesan entre 1600 kg/m<sup>3</sup> y 1920 kg/m<sup>3</sup> (100 lb/pie<sup>3</sup> y 120 lb/pie<sup>3</sup>) y concreto de densidad normal. Ellos son aplicables a concretos secos o humedecidos al tiempo de carga y para concretos con resistencia nominal de 14 MPa a 42 MPa (2000 psi a 6000 psi). Para mayores resistencias que 42 MPa (6000 psi) los factores de corrección pueden ser mayores que los listados anteriormente.

9.3 Cuando sea requerido, calcular la densidad del espécimen con aproximación de 10 kg/m<sup>3</sup> como sigue:

9.3.1 Si la densidad del espécimen es determinado basado en las dimensiones de los especímenes, calcular la densidad del espécimen como sigue:

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

CONCRETE. Standardized test method for the determination of the indirect tensile strength of concrete, by diametral compression of a cylindrical specimen

**2022-12-29**  
**4ª Edición**

## 8 Procedimiento

8.1 **Marcado:** Dibujar líneas diametrales en cada extremo del espécimen utilizando un dispositivo adecuado que nos asegure que ambas líneas pertenecen al mismo plano axial (véase Figuras 1 y 2 y la Nota 1), o como una alternativa utilizar la guía de alineación mostrada en la Figura 3 (Nota 2).

NOTA 1: Las Figuras 1 y 2 muestran un dispositivo que permite dibujar líneas diametrales en un mismo plano axial en cada extremo del espécimen de 150 mm x 300 mm. El dispositivo consiste en tres partes:

- 1) un canal de acero de 100 mm de longitud, con bordes planos maquinados;
- 2) una sección de perfil, parte a, acanalado para acoplar uniformemente sobre las alas del canal y que incluye un tapón de rosca para posicionar el miembro vertical en la barra; y
- 3) una barra vertical, parte b, para guía del lápiz o marcador.

El conjunto (parte a y b) no se sujeta al canal y se coloca a cada extremo de la probeta, sin perturbar la posición de la muestra para marcar las líneas diametrales.

NOTA 2: La Figura 4 es un detalle de la guía de alineación mostrada en la Figura 3 para lograr el mismo propósito que el marcado de las líneas diametrales. El dispositivo consiste en:

- 1) una base para colocar el listón de soporte y cilindro;
- 2) una barra suplementaria de soporte de acuerdo con los requerimientos del capítulo 6 en lo que respecta a sus dimensiones de planos críticos; y
- 3) dos montantes para fijar la posición del cilindro, listones de apoyo y platinas suplementarias.

8.2 **Mediciones:** Determinar el diámetro del espécimen con una aproximación de 0,25 mm como el promedio de tres medidas de diámetro, tomadas a los extremos y una en la mitad del espécimen, coincidiendo con la línea marcada en los dos extremos de la probeta. Determinar la longitud del espécimen con una aproximación de 2,0 mm como el promedio de al menos dos medidas de la longitud tomadas en los planos que contienen las líneas marcadas.

8.3 **Ubicación del espécimen utilizando las líneas diametrales marcadas:** Centrar uno de los listones en la barra de soporte inferior, colocar la probeta sobre el listón de tal modo que la línea marcada en el extremo quede vertical y centrada sobre el listón. Colocar un segundo listón sobre la probeta y centrado con las líneas marcada en la probeta. Coloque el conjunto para garantizar las siguientes condiciones:



8.3.1 La proyección del plano de las dos líneas marcadas en los extremos de la probeta, interceptará el centro del plato superior de soporte, y

8.3.2 La platina de apoyo suplementaria, cuando se utilice, y el centro del espécimen estarán directamente bajo el centro del plato esférico del cabezal (véase Figura 5).

8.4 **Ubicación del espécimen utilizando la guía de alineación:** Colocar los listones de apoyo, el cilindro de ensayo y la platina suplementaria por medio de la guía de alineación como se ilustra en la Figura 3 y centrar la guía de tal manera que la platina suplementaria y el centro de la probeta estén directamente debajo del centro del plato esférico del cabezal.

8.5 **Velocidad de carga:** La carga se aplicará en forma continua y evitando impactos, a una velocidad constante dentro del rango de 0,7 MPa/min y 1,4 MPa/min hasta que falle el espécimen por el esfuerzo de tracción por compresión diametral (Nota 3). Se registrará la máxima carga aplicada. Se anotará el tipo de falla y la apariencia del concreto.

NOTA 3: La relación entre el esfuerzo de tracción por compresión diametral y la carga aplicada se muestra en el capítulo 9. El rango requerido corresponde a la carga total aplicada en el rango de 50 kN/min a 100 kN/min para probetas cilíndricas de 150 mm por 300 mm .

## 9 Cálculo

9.1 Calcular la resistencia a la tracción por compresión diametral del espécimen, como sigue:

$$T = \frac{2P}{\pi ld} \quad (1)$$

donde:

T = resistencia a la tracción indirecta, MPa

P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, N

l = longitud, mm , y

d = diámetro, mm

## **10 Informe**

10.1 Registrar la siguiente información:

10.1.1 Número de identificación del cilindro,

10.1.2 Diámetro y longitud, mm ,

10.1.3 Carga máxima, N ,

10.1.4 Resistencia a la tracción indirecta, con una precisión de 0,05 MPa ,

10.1.5 Proporción estimada del agregado grueso fracturado durante el ensayo,

10.1.6 Edad del espécimen,

10.1.7 Historia del curado,

10.1.8 Defectos del espécimen,

10.1.9 Tipo de fractura,

10.1.10 Tipo de espécimen.

**CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo**

CONCRETE. Determination of flexural strength for concrete using simple beam with third-point loading.  
Test method

**2022-03-15**  
**4ª Edición**

R.D. N° 002-2022-INACAL/DN. Publicada el 2022-03-24

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Concreto, vigas, resistencia a la flexión

6.3 La cantidad que requiere los ensayos debe especificar el tamaño y el número de especímenes que se ensayan para obtener un resultado de ensayo promedio. Se debe utilizar el mismo tamaño de especímenes para los ensayos de calificación y aceptación.

## 7 Procedimiento

7.1 El ensayo de flexión se debe realizar tan pronto como sea posible, luego de retirar la viga de la cámara de curado.

NOTA 3. El secado de las superficies de los especímenes puede arrojar resultados menores en mediciones del módulo de rotura.

NOTA 4: Los métodos para mantener los especímenes húmedos incluyen envolverlos en tela húmeda o esterilla y mantener los especímenes bajo agua de cal en recipientes cerca de la máquina de ensayo de flexión hasta el momento del ensayo.

7.2 Cuando se usan vigas moldeadas, se gira sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado y se centra sobre las placas de apoyo. Cuando se usan vigas cortadas, se posiciona ésta para que la tensión corresponda a la superficie superior o al inferior de la misma, tal como se hizo el corte inicialmente. Se centra el sistema de aplicación de carga en relación con la fuerza aplicada. Se colocan los bloques a los cuales se aplicará la carga en contacto con la superficie de la muestra en los tercios de la viga y aplicar una carga entre 3 % y 6 % de la última carga de rotura estimada. Usando medidores de espesores tipo láminas de 0,10 mm y 0,40 mm, determinar si algún espacio existente entre la muestra y el bloque de carga o los de soporte, es mayor o menor que cada uno de los medidores de espesor en una longitud de 25 mm o más. Si no se obtiene un contacto completo entre la viga y los bloques de aplicación de la carga, será necesario refrentar, lijar o poner una cuña de cuero, para eliminar cualquier espacio que exceda los 0,10 mm de ancho. Las tiras de cuero deben ser de un espesor uniforme de 6 mm y un ancho comprendido entre 25 mm a 50 mm, y debe extenderse a todo el ancho de la viga. Los espacios de más de 0,40 mm deben ser eliminados solamente mediante refrentado o esmerilado. El lijado de las superficies laterales debe ser mínimo, debido a que esta acción puede cambiar las características físicas de las muestras. El refrentado deben estar de acuerdo con las secciones aplicables de la NTP 339.037.

7.3 Se aplica la carga al espécimen de forma continua y sin impactos. La carga se debe aplicar a una velocidad constante hasta el punto de rotura. Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,9 MPa/min y 1,2 MPa/min hasta producir la rotura de la viga. La relación de carga se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$r = \frac{Sbd^2}{L} \quad (1)$$

donde:

- $r$  : es la relación de carga, en N/min ;
- $S$  : tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción, en MPa/min;
- $b$  : ancho promedio de la viga según su disposición para el ensayo, mm ;
- $d$  : altura promedio de la viga, según su disposición para el ensayo, mm ; y
- $L$  : longitud del tramo, en mm .

## 8 Medición de las muestras luego de los ensayos

8.1 Para determinar las dimensiones de la sección transversal de la muestra para su aplicación en el cálculo del módulo de rotura, tomar las mediciones a través de una de las caras fracturadas después del ensayo. El ancho y altura se miden en la muestra conforme se dispuso para el ensayo. Para cada dimensión, tomar una medición en cada borde y una en el centro de la sección transversal. Tomar tres medidas a lo largo de cada dimensión (una en cada extremo y al centro), para determinar el ancho promedio y altura promedio. Tomar todas las medidas con una precisión de 1 mm . Si la fractura ocurre en una sección de refrentado, se incluye la medida del espesor de la capa.

## 9 Cálculos

9.1 Si la falla se inicia en la superficie de tensión, dentro del tercio medio de la longitud del tramo, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2} \quad (2)$$

donde:

- $M_r$  : es el módulo de rotura, en MPa;

- $P$  : Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N ;
- $L$  : Es longitud del tramo, en mm;
- $b$  : Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm ; y
- $h$  : Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm .

NOTA 5: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados

9.2 Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de éste no mayor del 5 % de longitud del tramo, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3Pa}{bh^2} \quad (3)$$

donde:

- $a$  : Es la distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga, en mm .

NOTA 6: El peso de la viga no está incluido en los cálculos antes detallados.

9.3 Si la falla ocurre en la superficie de tensión fuera del tercio medio y a una distancia de éste mayor del 5 % de la longitud del tramo, se rechaza el ensayo.

## 10 Informe

10.1 Indicar la siguiente información:

10.1.1 Número de identificación de la viga.

10.1.2 Ancho promedio en mm , con aproximación a 1 mm .



## Método de Ensayo Estándar para determinar El Módulo de elasticidad Estático y Relación de Poisson del concreto a compresión<sup>1</sup>

Esta norma es usada de acuerdo a la designación C 469; el número que inmediatamente le sigue a la designación indica el año original de adopción, en el caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última re aprobación. Una suscripción epsilon (ε) indica un cambio de editorial desde la última revisión o re aprobación.

### 1. Alcance

1.1 Este método cubre la determinación de (1) el módulo de elasticidad cuerda ó (Módulo de Young), y la relación de Poisson en cilindros de concreto y núcleos de concreto bajo esfuerzos de compresión longitudinal.

1.2 Los valores indicados en pulgadas-libras se toman como estándar.

1.3 Esta norma no pretende tratar todos los asuntos de seguridad, relacionados con su uso. Es responsabilidad del que use esta norma establecer las medidas de seguridad y salubridad apropiadas, y determinar la aplicabilidad de restricciones reglamentarias locales, antes de usarla.

### 2. Documentos de Referencia

#### 2.1 Estándares ASTM:<sup>2</sup>

C 31/C 31M Práctica Estándar para la Fabricación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra.

C 39/C 39M Método de Ensayo para la Determinación de la Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto.

C 42/C 42M Método de Ensayo para la Obtención y Ensayo de Núcleos Perforados y Vigas Aserradas de Concreto.

C 174/C 174M Método de Ensayo para la Medición del Espesor de Elementos de Concreto, usando Núcleos Perforados de Concreto.

C192/C 192M Práctica para la Fabricación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en el Laboratorio.

C617 Práctica para el Cabecéo de Especímenes Cilíndricos de Concreto.

E 4 Práctica para la Verificación de Fuerzas en las Máquinas de Ensayo.

E 6 Terminología Relativa a los Métodos de Ensayos Mecánicos.

E 83 Práctica para la Verificación y Clasificación del Sistema de Extensómetros.

E 177 Práctica para el uso de los Términos de Precisión y Sesgo en los métodos de ensayo ASTM.

#### 2.2 Adjuntos de ASTM

Compresómetros (dos dibujos) y Extensómetros (dos dibujos)<sup>3</sup>

### 3. Significado y Uso

3.1 Este método proporciona una relación entre el esfuerzo y su deformación unitaria, y una relación entre la deformación unitaria transversal y la deformación unitaria longitudinal para el concreto endurecido a cualquier edad y condiciones de curado establecidas.

3.2 El módulo de elasticidad y la relación de Poisson, aplicables dentro de los rangos de esfuerzos de trabajo acostumbrados (0 a 40% de la carga última del concreto), son usados para el dimensionamiento de elementos reforzados o no reforzados, para establecer la cantidad de refuerzo y para calcular los esfuerzos para las deformaciones unitarias observadas.

3.3 Los valores de módulo de elasticidad obtenidos usualmente serán menores a los módulos obtenidos bajo una aplicación rápida de carga (por ejemplo a velocidades dinámicas o sísmicas) y serán más grandes que los valores bajo aplicación lenta de carga o una carga de mayor duración.

### 4. Aparatos

4.1 *Máquina de ensayo*- Use una máquina de ensayo capaz de aplicar una carga a la velocidad y a la magnitud prescritas en 6.4. La máquina de ensayo debe adecuarse a los requisitos de las Prácticas E 4 (sección de máquinas de ensayo tipo CRT de velocidad constante). El cabezal esférico y los bloques de apoyo deben cumplir con la sección de Aparatos del método de ensayo C39 /C 39M.

4.2 *Compresómetro*- Para determinar el módulo de elasticidad use un dispositivo sensor adherido o no adherido que mida con una aproximación de 5 millonésimas, la deformación promedio en dos líneas de base diametralmente opuestas, cada una paralela al eje axial y centrada cerca de la mitad de la altura del espécimen.

<sup>1</sup>Este método de ensayo está bajo la jurisdicción de ASTM comité C09 Concretos y agregados para concreto. Es responsabilidad directa del subcomité C09.61 métodos para ensayo del concreto fresco.

<sup>2</sup>Edición vigente aprobada el 10 de Agosto de 2002 y publicada en octubre de 2002. Originalmente aprobada en 1961. La última edición previa en 1994 - 94.

<sup>3</sup> pueden obtenerse con ASTM Internacional. Ordene Adjunto No. ADJ0469.

La longitud efectiva de cada línea base no debe ser menor que tres veces el tamaño máximo del agregado en el concreto, ni mayor que dos tercios de la altura del espécimen. Use ya sea deformómetros con puntos de medida que pueden estar embutidos o cementados (adheridos) al espécimen y que puedan leer de manera independiente la deformación en las dos líneas de base; o use un compresómetro (como el que se observa en la Fig. 1) constituido por dos anillos, uno de los cuales (ver B Fig. 1) está fijado rigidamente al espécimen y el otro (ver C Fig. 1) está fijado en dos puntos diametralmente opuestos de manera que tenga libertad de rotación. En un punto de la circunferencia del anillo rotativo, a la mitad de los dos puntos de soporte, use una barra pivote (ver A, Fig. 1) para mantener una distancia constante entre los dos anillos. En el punto opuesto de la circunferencia del anillo rotativo, el cambio de distancia entre los dos anillos (o sea la lectura de la deformación) es igual a la suma del desplazamiento debido a la deformación del espécimen y del desplazamiento de la rotación del anillo con respecto a la barra pivote (ver Fig.2).

4.2.1 La deformación se mide directamente por un indicador de cuadrante o por medio de un sistema multiplicador de niveles, por un deformómetro (galga) de alambre, o por un transformador lineal de diferencia variable. Si las distancias de la barra pivote y de la línea de medida del deformómetro al plano vertical que pasa por los dos puntos de soporte del anillo rotativo, son iguales, la deformación es igual a la mitad de la lectura del deformómetro.

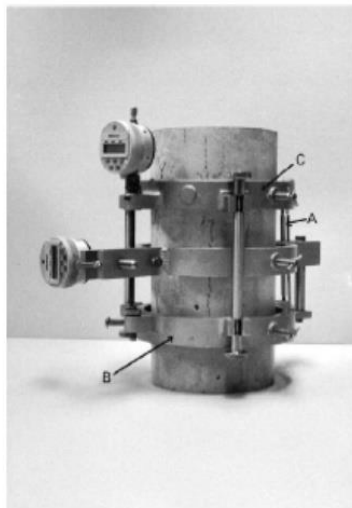
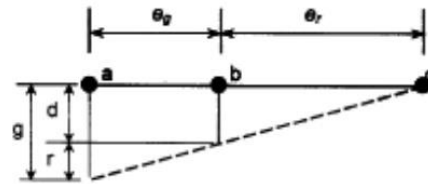


FIG. 1 Compresómetro



- d= desplazamiento debido a la deformación del espécimen
- r= desplazamiento debido a la rotación del anillo alrededor de la barra pivote
- a= localización del deformómetro
- b= punto de soporte del anillo rotativo
- c= localización de la barra pivote
- g= lectura del deformómetro

FIG. 2 Diagrama de desplazamientos

Si las distancias no son iguales, calcule la deformación de la siguiente manera:

$$d = g e_r / (e_r + e_g)$$

donde:

- d = deformación total del espécimen a lo largo de la longitud de base efectiva,  $\mu\text{in.}$  ( $\mu\text{m}$ ),
- g = lectura del deformómetro,  $\mu\text{in.}$  ( $\mu\text{m}$ ),
- $e_r$  = distancia perpendicular, medida en pulgadas (milímetros) con una aproximación de 0.01". (0.254mm) desde la barra pivote al plano vertical que pasa a través de los dos puntos de soporte del anillo rotativo.
- $e_g$  = distancia perpendicular medida en pulgadas (milímetros) con una aproximación de 0.01". (0.254mm) desde el deformómetro al plano vertical que pasa por los dos puntos de soporte del anillo rotativo.

Los procedimientos para calibración de los dispositivos de medición de la deformación de dan en la Práctica E 83.

Nota 1- Aunque los deformómetros (galgas) adheridos son satisfactorios en los especímenes secos, podría ser difícil si no imposible, montarlos continuamente sobre especímenes curados en húmedo antes del ensayo.

4.3 Extensómetro- Si se desea la relación de Poisson, la deformación transversal se debe determinar (1) mediante un extensómetro no adherido capaz de medir con una aproximación de 25 $\mu\text{in.}$  (0.635 $\mu\text{m}$ ) el cambio de diámetro en la mitad de la altura del espécimen, o (2) mediante dos deformómetros (galgas) adheridos. (Nota 1), montados circunferencialmente en puntos diametralmente opuestos a la mitad de la altura del espécimen y capaces de medir la deformación circunferencial con una aproximación de 5 millonésimas. Una combinación de compresómetro y extensómetro (Fig. 3) es un dispositivo no adherido conveniente. Este aparato debe contener un tercer anillo (Consistente de dos segmentos iguales) localizados a la mitad



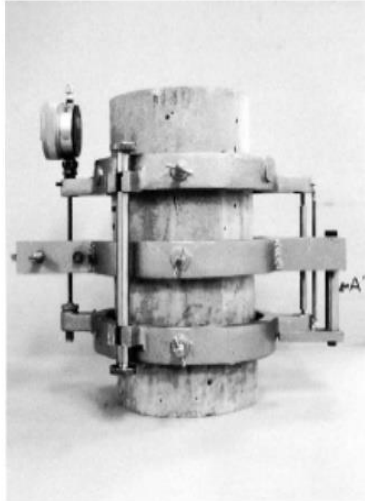


FIG 3. Combinación Compresómetro-Extensómetro

entre los dos anillos del compresómetro y fijados al espécimen en dos puntos diametralmente opuestos. A la mitad entre estos dos puntos use una barra pivote corta (A', ver Fig. 3), adyacente a la barra de pivote longitudinal, para mantener una distancia constante entre el anillo inferior y el intermedio. Articule el anillo intermedio al punto pivote para permitir la rotación de los dos segmentos en el eje horizontal. En el punto opuesto de la circunferencia, conectar los dos segmentos con un indicador de cuadrante u otro deformómetro, capaz de medir la deformación transversal con una aproximación de 50µin. (1.27µm). Si las distancias de la barra pivote y del deformómetro al plano vertical que pasa por los puntos de soporte del anillo intermedio son iguales, la deformación transversal en el diámetro del espécimen es igual a la mitad de la lectura del deformómetro. Si estas distancias no son iguales, calcule la deformación transversal del diámetro del espécimen de acuerdo a la ecuación 2.

$$d' = g' e'_h / (e'_h + e'_g) \quad (2)$$

donde:

$d'$  = deformación transversal del diámetro del espécimen, µin. (µm),

$g'$  = lectura del deformómetro transversal, µin. (µm),

$e'_h$  = distancia perpendicular, medida en (milímetros) con una aproximación de 0.01". (0.254mm) desde la barra pivote al plano vertical que pasa a través de los puntos de soporte del anillo intermedio.

$e'_g$  = distancia perpendicular, medida en (milímetros) desde el deformómetro transversal, al plano vertical que pasa a través de los puntos de soporte del anillo intermedio.

4.4 *Balanza o báscula*, con una precisión de 0.1lb (0.045kg), Puede ser usada si fuera necesario.

### 5. Especímenes de Ensayo

5.1 *Especímenes Cilíndricos Moldeados*. Moldeé los cilindros de acuerdo con los requerimientos para especímenes ensayados a compresión en la Práctica C 192/C 192M, o en la Práctica C 31/C 31M. Los especímenes deben someterse a las condiciones de curado especificadas y ser ensayados a la edad para la cual se desea la información del módulo de elasticidad. Los especímenes se deben ensayar una hora después de ser removidos del cuarto de almacenamiento o de curado. Los especímenes removidos del cuarto de curado para su ensayo se deben de mantener húmedos por medio de una lona mojada durante el intervalo de tiempo entre su remoción y la realización del ensayo.

5.2 *Núcleos extraídos del concreto*- los núcleos deben cumplir con los requerimientos de extracción, y condiciones de humedad aplicables a especímenes a compresión de acuerdo al método de ensayo C 42/C 42M, con la excepción de que solo se deben de usar núcleos extraídos con broca de punta de diamante cuya relación altura-diámetro no debe de ser mayor de 1.50. Los requerimientos de almacenamiento y condiciones ambientales inmediatamente anteriores al ensayo, deben de ser los mismos de los especímenes cilíndricos moldeados.

5.3 Los extremos de los especímenes de ensayo deben de ser perpendiculares a su eje (+/- 0.5°) y planos (dentro de 0.0002"). Si el espécimen no cumple con los requerimientos de planicidad, se debe de efectuar su nivelación con un cabeceado de acuerdo con la Práctica C 617, o por medio de pulido o esmerilado. Se permite reparar los vacíos de agregados que ocurren en los extremos de los especímenes, procurando que el área total de los vacíos no exceda el 10% del área del espécimen y las reparaciones se hagan antes de completar el cabeceado o emparejado (Nota 2). La nivelación se debe de considerar dentro de la tolerancia de 0.002". (0.05mm) cuando una lámina calibradora no pase entre las superficies de los especímenes, y una regla metálica recta sostenida contra la superficie.

Nota 2 - Las reparaciones de los vacíos de los agregados sueltos pueden hacerse pegándolos en su lugar con epóxicos o por llenado de los vacíos con material para cabecear, y permitiendo un tiempo adecuado para el endurecimiento.

5.4 El diámetro del espécimen de ensayo se debe medir con un calibrador con aproximación de 0.01" (0.25 mm) promediando dos diámetros medidos perpendicularmente entre sí, cerca del centro de la longitud del espécimen. Use este diámetro promedio para calcular el área de la sección del espécimen. Mida y registre la longitud del espécimen, incluyendo el cabeceado, con una aproximación de 0.1". (2.54 mm). Mida la longitud del núcleo extraído, de acuerdo al método de ensayo C 174/C 174M; y registre su longitud, incluyendo el cabeceado, con una aproximación de 0.1". (2.54 mm).

## 6. Procedimiento

6.1 Mantenga la temperatura ambiente, y humedad lo más constante que sea posible, durante el ensayo. Registre cualquier fluctuación inusual de temperatura y humedad en el reporte.

6.2 Use la pareja de los especímenes de ensayo, para determinar la resistencia a compresión de acuerdo con el método de ensayo C 39 /C 39M, previo a realizar el ensayo del módulo de elasticidad.

6.3 Coloque el espécimen, con el equipo de medición de deformación instalado, en la platina o bloque de apoyo inferior de la máquina de ensayo. Cuidadosamente alinee el eje del espécimen con el centro de la rotula del cabezal superior de apoyo. A medida que el bloque superior de apoyo se lleva lentamente a asentarse sobre el espécimen, rote la parte móvil del bloque suavemente hasta que se obtenga un apoyo uniforme.

6.4 Cargue el espécimen por lo menos dos veces. No registre datos durante la primera carga. Realice los cálculos en base a los promedios de los siguientes ciclos de carga (Nota 3).

Nota 3- Se recomienda como mínimo dos ciclos de carga, para que la repetitividad de la carga se pueda notar.

Durante la primera carga que es preliminar para el ajuste de los deformómetros (Nota 4), observe el funcionamiento de los mismos y corrija cualquier comportamiento inusual antes de la segunda carga. Obtenenga cada conjunto de lecturas de la siguiente manera: aplique la carga continuamente y sin impactos. Ajuste la máquina de ensayo del tipo de tornillos de manera que el cabezal móvil viaje a una velocidad aproximada de 0.05" (1.25mm)/min cuando la máquina está corriendo libre. En máquinas que operan hidráulicamente, aplique la carga a una velocidad constante dentro de un rango de 35 +/- 5 psi (241 +/- 34 Kpa)/s. Registre sin interrupción del ensayo, la carga aplicada y la deformación unitaria al punto (1) cuando la deformación unitaria longitudinal es de 50 millonésimas y al punto (2) cuando la carga aplicada es igual al 40% de la carga última (ver 6.5). La deformación unitaria longitudinal es igual a la deformación longitudinal total, dividida por la longitud de base efectiva del deformómetro. Si se desea determinar la relación de Poisson, registre la deformación unitaria transversal en los mismos puntos. Si se va a determinar la curva esfuerzo-deformación unitaria tome dos o más lecturas en puntos intermedios, sin interrupción de la carga; o utilice un instrumento que haga registros continuos. Inmediatamente después que se alcance la carga máxima prevista, excepto en el ciclo final de carga, reduzca la carga a cero, a la misma velocidad como fue aplicada. Si el observador falla en realizar una lectura, complete el ciclo de carga y repítalo. Registre el ciclo de carga extra en el informe.

Nota 4- Cuando se utilice un deformómetro para medir la deformación longitudinal, es conveniente ajustarlo antes de cada ciclo de carga de manera que el indicador pase por el punto cero cuando la deformación unitaria longitudinal es de 50 millonésimas.

6.5 Se permite obtener el módulo de elasticidad y la resistencia en el mismo ciclo de carga, cuando los deformómetros sean desechables, removibles, o adecuadamente protegidos para que se pueda cumplir con los requisitos para carga continua dados en el método de ensayo C 39/C 39M. En este caso registre varias lecturas y determine por interpolación el valor de la deformación unitaria al 40% de la carga última.

6.6 Si se toman lecturas intermedias, grafique los resultados de cada uno de los tres ensayos con la deformación unitaria longitudinal en la abscisa y el esfuerzo de compresión en la ordenada. Calcule el esfuerzo de compresión dividiendo el valor de la carga en la máquina de ensayo, por el área transversal del espécimen, determinada de acuerdo con 5.4.

## 7. Cálculos

7.1 Calcule el módulo de elasticidad con una aproximación de 50,000 psi (344.74 Mpa) de la siguiente manera:

$$E = (S_2 S_1) / (\epsilon_2 - 0.000050)$$

Donde:

E = módulo de elasticidad cuerda, psi.

S<sub>2</sub> = esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última

S<sub>1</sub> = esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal,  $\epsilon_1$ , de 50 millonésimas, y

$\epsilon_2$  = deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S<sub>2</sub>.

7.2 Calcule la relación de Poisson con una aproximación de 0.01 de la siguiente manera:

$$\mu = (\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}) / (\epsilon_2 - 0.000050)$$

donde:

$\mu$  = relación de Poisson

$\epsilon_{t2}$  = deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por S<sub>2</sub>

$\epsilon_{t1}$  = deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por el esfuerzo S<sub>1</sub>

## 8. Reporte

8.1 El informe debe de incluir lo siguiente:

8.1.1 Número de identificación del espécimen

8.1.2 Dimensiones del espécimen, en pulg. (o milímetros).

8.1.3 Historial del curado y medio ambiente del espécimen.

8.1.4 Edad del espécimen.

8.1.5 Resistencia del concreto si se determinó.

8.1.6 Masa unitaria del concreto si se determinó.

8.1.7 Curva esfuerzo-deformación unitaria, si se dibujó.

8.1.8 Módulo de elasticidad cuerda, y

8.1.9 Relación de Poisson, si se determinó.

## 9. Precisión y Sesgo

9.1 Precisión- La precisión para múltiples mezclas realizadas por un mismo operador-máquina es de +/- 4.25% (RIS%) max, como se define en la Práctica E 177, sobre un rango de 2.5 a 4\*10<sup>6</sup> psi (17.3 a 27.6\*10<sup>9</sup> Pa); Por lo tanto, los resultados de los ensayos duplicados de cilindros de diferentes mezclas o amasadas, no deben desviarse más del 5% del promedio de los dos.

## 10. Palabras Claves o descriptores

10.1 Ensayo de compresión; concreto; módulo de elasticidad y relación de Poisson.

Anexo 10. Cotizaciones de servicios para observación indirecta

<b>Ensayos</b>	<b>Laboratorios</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>N° de muestras</b>	<b>Total</b>
Análisis termogravimétrico (TGA)	Universidad nacional de Trujillo	150	1	150
Difracción de rayos X (DRX)	Laboratorio físico químico ambiental Perú S.A.C.	500	5	2500
Análisis de espectroscopia infrarrojo (FTIR)	Sistema de servicios y análisis químicos S.A.C. Slab	323.91	1	323.91

## Anexo 11. Certificado de calibración de los equipos usados para los resultados

- Registro del laboratorio a INDECOPI



Firmado digitalmente por  
CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Pierre  
PAU: 20133640533 west  
Fecha: 28/03/2022 10:37:05-0500

# Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00137704

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

Signo : La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo

Distingue : Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfáltica, emulsiones asfálticas, suelos y materiales.

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0935718-2022

Titular : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.

País : Perú

Vigencia : 25 de marzo de 2032



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web:

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

Id Documento:wtenwa22bp

Pág. 1 de 1

- Balanza electrónica de 2 kg

		<b>PERUTEST S.A.C.</b>	
VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO		SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA	
EQUIPOS E INSTRUMENTOS		RUC N° 20602182721	
<b>Área de Metrología</b> Laboratorio de Masas		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>PT - LM - 0111 - 2023</b>	
		Página 1 de 4	
<b>1. Expediente</b>	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
<b>2. Solicitante</b>	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.	
<b>3. Dirección</b>	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
Capacidad Máxima	2000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
División de escala (d)	0.01 g		
Div. de verificación (e)	0.1 g		
Clase de exactitud	III		
Marca	AMPUT		
Modelo	457		
Número de Serie	NO INDICA		
Capacidad mínima	0.2 g		
Procedencia	NO INDICA		
Identificación	NO INDICA		
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2023-03-01		
Fecha de Emisión	2023-03-02	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
			
		JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA	
 913 028 621 / 913 028 622	 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima		
 913 028 623 / 913 028 624	 ventas@perutest.com.pe		
 www.perutest.com.pe	 PERUTEST SAC		



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

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

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de referencia

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

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

### 10. Observaciones

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



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

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

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C



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

\* Valor entre 0 y 10e

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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

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

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

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

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

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

Incertidumbre expandida de medición

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

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 R$$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento

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

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



- Balanza electrónica de 30 kg



# PERUTEST S.A.C.

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

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460679	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

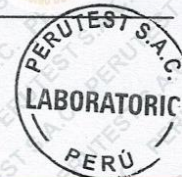
Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

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

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

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

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

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



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

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

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	4
3	

Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

\* Valor entre 0 y 10e



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

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



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

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

#### Incertidumbre expandida de medición

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

#### Lectura corregida

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

#### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



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

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

- Balanza electrónica de 200 kg



# PERUTEST S.A.C.

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

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

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	200 kg
División de escala (d)	0.05 kg
Div. de verificación (e)	0.05 kg
Clase de exactitud	III
Marca	OPALUX
Modelo	N.I
Número de Serie	N.I
Capacidad mínima	1.0 kg
Procedencia	CHINA
Identificación	LM-0112
5. Fecha de Calibración	2023-03-01

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

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

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

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

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



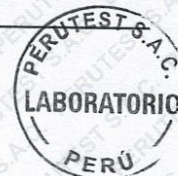
Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

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

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

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

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4
Humedad Relativa	51%	51%

### 9. Patrones de referencia

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

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

### 10. Observaciones

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



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.4	26.4

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

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.1	21.2

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

\* Valor entre 0 y 10e



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

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

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.7 °C	26.7 °C

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

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

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

Incertidumbre expandida de medición

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

Lectura corregida

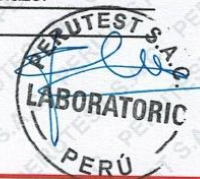
$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 R$$

### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



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

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



- Horno eléctrico



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

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

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

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

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

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

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

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

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

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

### 8. Condiciones Ambientales

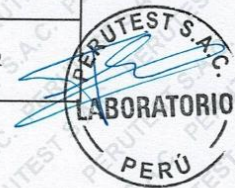
	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

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

### 10. Observaciones

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



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

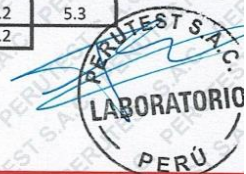
Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

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

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

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

Página 4 de 5

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

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

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

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

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

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



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

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



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

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

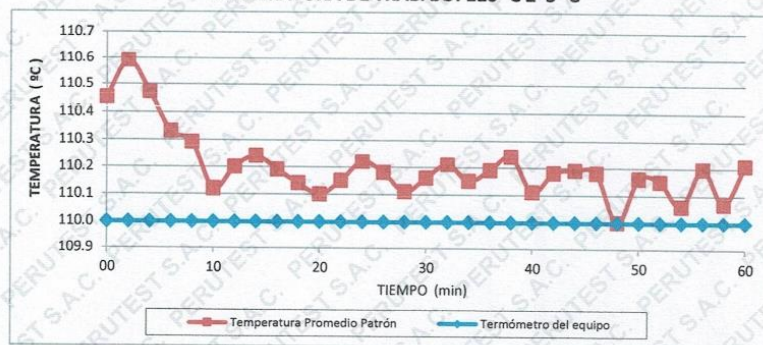
RUC N° 20602182721

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

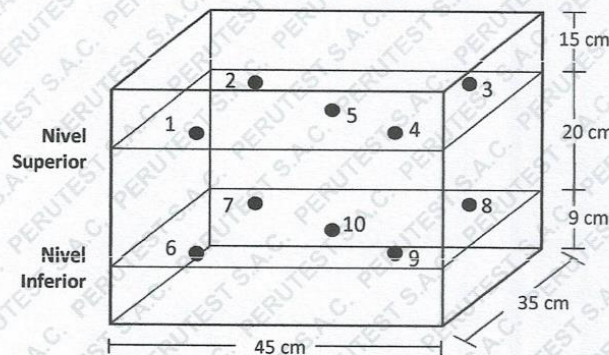
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

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



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



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

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

### 12. Incertidumbre

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

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

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

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

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

🏢 PERUTEST SAC

- Medidor de contenido de Aire



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCMA-022-2022

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.  
Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.  
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt. 1  
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.  
Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"  
Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire  
División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%  
Marca : ELE - INTERNATIONAL  
Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico  
Modelo : 34-3265  
N° de serie : H190611  
Procedencia : USA  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,0°C / 72%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,0°C / 72%  
Método de calibración : Norma ASTM C-231  
Patrón de referencia : 02 canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2026-21 y CSA-2027-21 respectivamente; cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.  
Número de páginas : 2  
Fecha de calibración : 2022-05-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-23	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSÉ FRANCISCO RAMÍREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCMA-022-2022

Página 1 de 2

**Resultados de medición**
**Con 01 canister (patrón)**

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 01 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	5.0	5.0	5.0	0,0	0.1
2	5.0				
3	5.0				

**Con 02 canister (patrón)**

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 02 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	10.0	10.0	10.0	0,0	0.1
2	10.0				
3	10.0				

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

El equipo se encuentra calibrado.





# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 1 de 3

1. Expediente	2605-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento de Medición	OLLA WASHINGTON (PRESS-AIR METER)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Volumen	7.1 l	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	34-3265	
Número de Serie	H190611	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de Indicación	Analogico	
Alcance de indicación	100% a 0% (Contenido de aire) 0 a 15 psi	
5. Fecha de Calibración	2023-05-16	

Fecha de Emisión

2023-05-16

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello



JOSÉ ALEJANDRO FLORES MINAYA

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

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





# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

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

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de Referencia

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



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

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

- Comparador de cuadrante del módulo elástico



# PERUTEST S.A.C.

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

---

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Longitud*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PT - LL - 015 - 2023

Página 1 de 3

---

<b>1. Expediente</b>	2605-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W &amp; C E.I.R.L.- LEMS W &amp; C E.I.R.L.</b>	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO- CHICLAYO	
<b>4. Instrumento de Medición</b>	<b>COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)</b>	<p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Alcance de indicación</b>	0 mm a 12.70 mm	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0.001 mm	
<b>Marca</b>	SHAHE	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Procedencia</b>	NO INDICA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Tipo de indicación</b>	DIGITAL	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2023-03-31	

---

<b>Fecha de Emisión</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>	<b>Sello</b>
2023-03-31	 <b>JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA</b>	

---

☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

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

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

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

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de Referencia

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

### 10. Observaciones

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



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

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

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

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

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

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

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

Error de Repetibilidad ( $f_w$ ): 0 mm

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

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



### 12. Incertidumbre

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

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

☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

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

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

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

📌 PERUTEST SAC



### Resultados de medición

Dirección de Carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso (kN)	2° ascenso (kN)	3° ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
5	100,0	101,45	101,40	101,42	101,42	-1,4	0,2
10	200,0	201,77	201,46	201,55	201,59	-0,8	0,1
15	300,0	300,85	301,55	301,06	301,15	-0,4	0,1
20	400,0	400,61	401,41	401,12	401,05	-0,3	0,1
25	500,0	500,14	500,70	500,48	500,44	-0,1	0,1
30	600,0	600,00	600,66	600,21	600,29	0,0	0,1
40	800,0	797,90	799,12	798,01	798,34	0,2	0,1
50	1000,0	998,35	998,66	998,55	998,52	0,1	0,1
60	1200,0	1198,62	1198,54	1198,25	1198,47	0,1	0,1
75	1500,0	1498,31	1498,65	1498,55	1498,50	0,1	0,1

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

### Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



- Prensa de concreto para la flexión



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SERVICIOS DE CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE LABORATORIO



## LABORATORIO DE FUERZA LF-1541-2023

Página 1 de 3

<b>Solicitante</b>	: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO SAC	Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.
<b>Dirección</b>	: CAR.CHICLAYO - PIMENTEL KM. 3.5 LAMBAYEQUE - CHICLAYO - PIMENTEL.	
<b>Equipo</b>	: PRESNA DE CONCRETO	
<b>Marca</b>	: FORNEY	
<b>Modelo</b>	: F-1100KNB-CPILOT	
<b>Serie</b>	: 15151	Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
<b>Capacidad Máxima</b>	: 100000 kg	
<b>Identificación</b>	: NO INDICA	P Y S EQUIPOS E.I.R.L. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Procedencia</b>	: USA	
<b>Tipo de Indicación</b>	: DIGITAL	
<b>Marca</b>	: HIWEIGH	
<b>Modelo</b>	: K7	
<b>N° serie</b>	: MH20200906079	Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>Div. De escala</b>	: 0.1 kg	
<b>Fecha de calibración</b>	: 2023-04-17	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Lugar</b>	: <b>Laboratorio de fuerza P Y S EQUIPOS E.I.R.L.</b> Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad César Vallejo – Chiclayo.	
<b>Método utilizado</b>	: La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos en el documento de referencia de la norma UNE - EN ISO 7500-1 "Verificación de máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza - Julio 2006	



EPP

Revisado y firmado digitalmente por:  
Eler Pozo S.  
Dpto. Metrología

Calibrado y firmado digitalmente por:  
Javier Negron C.  
Dpto. Metrología



**Condiciones ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	30	30.1
Humedad Relativa (%)	50	50

**Patrones de referencia:**

Trazabilidad	Patrones de calibración	Numero de certificado
Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú	Celda de carga calibrada a 1000 kN con incertidumbre del orden de 0.6%	LEDI - PUCP INF-LE 234 -22A

**Resultados de medición:**

**Condiciones en que se entrega el equipo:**

Tabla de indicaciones registradas del equipo patrón de 10% carga a 100% carga después del ajuste correspondiente

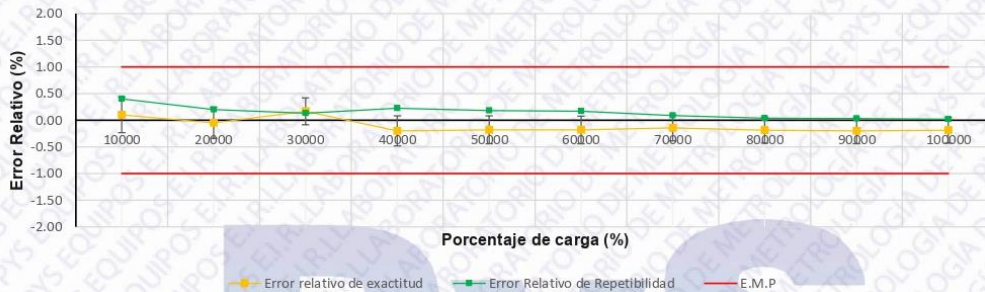
Indicación de la maquina (Fi)		Indicación del equipo patrón (ascendente)			
%	kgF	F1 (KgF)	F2 (kgF)	F3 (kgF)	Fpromedio
10	10000	9970	10010	9990	9990
20	20000	19970	20010	20010	20010
30	30000	29930	29970	29950	29950
40	40000	40010	40100	40080	40080
50	50000	50050	50140	50090	50090
60	60000	60050	60150	60110	60110
70	70000	70070	70130	70100	70100
80	80000	80120	80150	80150	80150
90	90000	90150	90180	90180	90180
100	100000	100190	100180	100200	100190
Error relativo (Fo)		0	0	0	

Indicación de la maquina (Fi)		Errores Relativos		Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida
%	kgF	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	a(%)	U(%)
10	10000	0.10	0.40	0.001	0.33
20	20000	-0.05	0.20	0.000	0.29
30	30000	0.17	0.13	0.000	0.25
40	40000	-0.20	0.22	0.000	0.28
50	50000	-0.18	0.18	0.000	0.26
60	60000	-0.18	0.17	0.000	0.26
70	70000	-0.14	0.09	0.000	0.25
80	80000	-0.19	0.04	0.000	0.24
90	90000	-0.20	0.03	0.000	0.24
100	100000	-0.19	0.02	0.000	0.24





Gráfica de errores



**Incertidumbre:**

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

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

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo no indica clase, sin embargo, cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

FIN DEL DOCUMENTO



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CUBAS ARMAS MARLON ROBERT, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto F'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque", cuyos autores son CORREA TUANAMA YHERAL ANTONIO, MAZA YAIPEN JOSE ANTONIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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.

CHICLAYO, 03 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CUBAS ARMAS MARLON ROBERT <b>DNI:</b> 43238974 <b>ORCID:</b> 0000-0001-9750-1247	Firmado electrónicamente por: CARMASMAR el 29- 07-2023 12:11:41

Código documento Trilce: TRI - 0568443