

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL  
CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN  
COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO**

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

**Autor**

Bach. Terrones Vásquez Jonathan Alexis

<https://orcid.org/0000-0002-9094-1802>

**Asesor**

Mag. Reinoso Samame Jorge Antonio

<https://orcid.org/0000-0003-4691-9832>

**Línea de Investigación**

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

**Sublínea de Investigación**

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

**Pimentel – Perú**

**2024**

**PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO  
CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO**

**Aprobación del jurado**

---

Mag. CHÁVEZ COTRINA CARLOS OVIDIO

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mag. RUIZ SAAVEDRA NEPTON DAVID

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Mag. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

**Vocal del Jurado de Tesis**

## REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

Terrones\_Jonathan\_Tesis Corta.pdf

AUTOR

TERRONES JONATHAN

RECuento de palabras

15462 Words

RECuento de caracteres

69072 Characters

RECuento de páginas

68 Pages

Tamaño del archivo

1.6MB

Fecha de entrega

Jun 25, 2024 3:09 PM GMT-5

Fecha del informe

Jun 25, 2024 3:10 PM GMT-5

### ● 18% de similitud general

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

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 15% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

### ● Excluir del Reporte de Similitud

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



## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado (s) del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Terrones Vásquez Jonathan Alexis	DNI: 73771345	
----------------------------------	---------------	---

Pimentel, 23 de febrero de 2024.

## **Dedicatoria**

En primer lugar, a Dios por bendecirme y protegerme en el trayecto de estos años, por guiar mi camino profesional y por brindarme la dicha y el gran privilegio de alcanzar esta etapa de mi vida.

A mis padres Genebrardo Terrones Carrero y Elsa Yovany Vásquez Tarrillo por darme el apoyo y comprensión incondicional para poder alcanzar esta etapa tan bonita de mi vida, a mi hermana por ser la persona que siempre confió en mí y me apoyaba moralmente para lograr mis metas.

A mis abuelos Elvira Tarrillo Acuña y Marino Vásquez Fernández por siempre apoyarme incondicionalmente y brindarme su cariño y fuerzas para lograr mi meta trazada, siempre con una sonrisa y un abrazo y a seguir adelante. Muchas gracias.

Terrones Vásquez Jonathan Alexis

## **Agradecimiento**

Agradecer a Dios en primera instancia por brindarme salud y sabiduría para poder formarme profesionalmente.

A mis padres Genebrardo Terrones Carrero y Elsa Yovany Vásquez Tarrillo por inculcarme valores y principios y la motivación necesaria para lograr mis objetivos y luchar por ellos. De la misma manera a mis abuelos Elvira Tarrillo Acuña y Marino Vásquez Fernández por motivarme a seguir y alcanzar mi meta y gracias por tanto cariño.

A la Universidad Señor de Sipán, gracias por haberme abierto las puertas de dicha casa de estudios y poder formarme profesionalmente, gracias a todos los docentes que fueron partícipes de este proceso.

Terrones Vásquez Jonathan Alexis

## Índice

Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras.....	ix
Resumen .....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Formulación del problema.....	18
1.3. Hipótesis.....	18
1.4. Objetivos.....	18
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	19
II. MATERIALES Y MÉTODO.....	27
2.1. Tipo y diseño de investigación .....	27
2.2. Variables, Operacionalización.....	28
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	28
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	30
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	31
2.6. Criterios éticos .....	35
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
3.1. Resultados.....	36
3.2. Discusiones .....	72
IV. CONCLUSIONES.....	79
4.1. Conclusiones .....	79
4.2. Recomendaciones .....	80
REFERENCIAS .....	81
ANEXOS.....	88

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Total de muestras: Concreto patrón (CP), y concreto modificado. ....	29
<b>Tabla 2.</b> Pruebas para los agregados pétreos .....	34
<b>Tabla 3.</b> Pruebas físicas del concreto. ....	34
<b>Tabla 4.</b> Pruebas mecánicas del concreto .....	35
<b>Tabla 5.</b> Selección de canteras.....	43
<b>Tabla 6.</b> Contenido de humedad de los agregados pétreos.....	43
<b>Tabla 7.</b> Peso unitario de los agregados pétreos .....	44
<b>Tabla 8.</b> Peso específico y porcentaje de absorción del AF .....	44
<b>Tabla 9.</b> Peso específico y porcentaje de absorción del AG .....	45
<b>Tabla 10.</b> índice de actividad puzolánica .....	48
<b>Tabla 11.</b> Densidad de la CA.....	49
<b>Tabla 12.</b> Contenido de humedad de la CA .....	50
<b>Tabla 13.</b> Dosificación del CP $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	50
<b>Tabla 14.</b> Dosificación del concreto patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	51
<b>Tabla 15</b> Diseño de mezcla del concreto experimental $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	52
<b>Tabla 16</b> Diseño de mezcla del concreto experimental $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	52
<b>Tabla 17.</b> Porcentaje de ganancia de resistencia a la flexión con CA – $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . 66	
<b>Tabla 18.</b> Porcentaje de ganancia de resistencia a la flexión con CA – $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ . 67	
<b>Tabla 19.</b> Porcentaje de ganancia de resistencia a la tracción con CA – $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ . .....	68
<b>Tabla 20.</b> Porcentaje de ganancia de resistencia a la tracción con CA – $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ . .....	69
<b>Tabla 21.</b> Porcentaje de ganancia módulo de elasticidad con CA – $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .....	70
<b>Tabla 22.</b> Porcentaje de ganancia módulo de elasticidad con CA – $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ .....	71
<b>Tabla 23.</b> Tabla resumen del porcentaje óptimo. ....	77
<b>Tabla 24.</b> Matriz de consistencia .....	90
<b>Tabla 25.</b> Operacionalización de Variable Dependiente.....	92
<b>Tabla 26.</b> Operacionalización de Variable Independiente .....	93

## Índice de figuras

<b>Fig. 1.</b> Esquema del ensayo a compresión [30].	23
<b>Fig. 2.</b> Esquema del ensayo a flexión: b) Sección transversal, c) Diagrama de esfuerzos internos [29].	24
<b>Fig. 3.</b> Esquema de resistencia a tracción [29].	24
<b>Fig. 4.</b> Diagrama esfuerzo-deformación unitaria a compresión del concreto y del módulo de elasticidad [29].	25
<b>Fig. 5.</b> a) Aserrín [33], b) Obtención de la ceniza de aserrín [34]	26
<b>Fig. 6.</b> Diagrama de flujo.	32
<b>Fig. 7.</b> Curva de tamaño de partícula del árido fino de la Cantera "Pacherrez".	37
<b>Fig. 8.</b> Curva de tamaño de partícula del árido fino de la Cantera "Tres Tomas".	38
<b>Fig. 9.</b> Curva de tamaño de partícula del árido fino de la Cantera "La Victoria" – Pátapo ..	39
<b>Fig. 10.</b> Curva de tamaño de partícula del árido grueso de la Cantera "Pacherrez".	40
<b>Fig. 11.</b> Curva de tamaño de partícula del árido fino de la Cantera "Tres Tomas".	41
<b>Fig. 12.</b> Curva granulométrica del agregado grueso proveniente de la Cantera "La Victoria" – Pátapo.	42
<b>Fig. 13.</b> Resistencia a la compresión de los cubos de concreto patrón	45
<b>Fig. 14.</b> Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con CA - 650 °C.	46
<b>Fig. 15.</b> Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con CA - 700 °C.	46
<b>Fig. 16.</b> Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con CA - 750 °C.	47
<b>Fig. 17.</b> Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con CA - 800 °C.	47
<b>Fig. 18.</b> Curva de resistencia a la compresión de los cubos de concreto con las diferentes temperaturas de quemado de CA.	48
<b>Fig. 19.</b> Índice de actividad puzolánica del concreto con diferentes temperaturas de quemado del aserrín.	49
<b>Fig. 20.</b> SLUMP CP - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	53
<b>Fig. 21.</b> SLUMP CP - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	54
<b>Fig. 22.</b> Porcentaje de aire atrapado en el CP - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	55
<b>Fig. 23.</b> Porcentaje de aire atrapado en CP - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	55
<b>Fig. 24.</b> Temperatura del CP - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	56
<b>Fig. 25.</b> Temperatura del CP - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	57
<b>Fig. 26.</b> P.U del concreto patrón y experimental - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	57
<b>Fig. 27.</b> P.U del concreto patrón y experimental - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	58
<b>Fig. 28.</b> Resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	59
<b>Fig. 29.</b> Resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	60
<b>Fig. 30.</b> Resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	61
<b>Fig. 31.</b> Resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	61
<b>Fig. 32.</b> Resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	62
<b>Fig. 33.</b> Resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	63
<b>Fig. 34.</b> Módulo de elasticidad del concreto patrón y experimental - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	63
<b>Fig. 35.</b> Módulo de elasticidad del concreto patrón y experimental - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	64
<b>Fig. 36.</b> Resistencia a la compresión $f'c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> vs. 280 Kg/cm <sup>2</sup>	65
<b>Fig. 37.</b> % de resistencia a la flexión ganada - $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	66
<b>Fig. 38.</b> % de resistencia a la flexión ganada - $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	67
<b>Fig. 39.</b> % de resistencia a la tracción ganada - $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	68
<b>Fig. 40.</b> % de resistencia a la tracción ganada - $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	69
<b>Fig. 41.</b> % de módulo de elasticidad ganada - $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	70
<b>Fig. 42.</b> % de módulo de elasticidad ganada - $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$	71
<b>Fig. 43.</b> Ensayo de peso unitario suelto y compactado del árido grueso.	212
<b>Fig. 44.</b> Ensayo de peso unitario suelto y compactado del árido fino.	212

<b>Fig. 45.</b> Ensayo de peso específico y absorción del árido fino. ....	213
<b>Fig. 46.</b> Ensayo de peso específico y absorción del árido grueso. ....	213
<b>Fig. 47.</b> Ensayo de contenido de humedad del árido fino y grueso. ....	214
<b>Fig. 48.</b> Índice de actividad puzolánica de la ceniza de aserrín.....	214
<b>Fig. 49.</b> Contenido de humedad de la ceniza de aserrín. ....	215
<b>Fig. 50.</b> Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con ceniza de aserrín. ....	215
<b>Fig. 51.</b> Realización de la mezcla de concreto con cenizas de aserrín. ....	216
<b>Fig. 52.</b> Ensayo de consistencia del concreto en su estado fresco. ....	216
<b>Fig. 53.</b> Ensayo de peso unitario del concreto. ....	217
<b>Fig. 54.</b> Ensayo de contenido de aire.....	217
<b>Fig. 55.</b> Vaciado de probetas y vigas. ....	218
<b>Fig. 56.</b> Resistencia a la compresión .....	218
<b>Fig. 57.</b> Resistencia a la flexión .....	219
<b>Fig. 58.</b> Resistencia a la tracción .....	219
<b>Fig. 59.</b> Módulo de elasticidad .....	220

## Resumen

En la actualidad debido a la alta demanda de cemento y su correspondiente producción, la industria del cemento contribuye con más del 7% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el mundo. Por lo tanto, con el fin de conservar nuestro medio ambiente y reducir el costo de construcción, se explora la viabilidad de producir concreto con ceniza de aserrín (CA) como sustituto del cemento, determinando sus propiedades físicas y mecánicas. Esta investigación es de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, además cuenta con un diseño experimental y nivel cuasiexperimental, para ello se consideró el reemplazo de cemento por CA a razón de 0%, 5%, 10%, y 15%. Los resultados demostraron que las propiedades físicas del concreto disminuyen cuanto existe mayor presencia de CA, por su parte las propiedades mecánicas determinaron que el óptimo porcentaje de CA fue 5%, pues para el concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con este porcentaje aumentó 12% en compresión, 7% en flexión, 11% en tracción y 6.4% en módulo de elasticidad, en el caso del concreto  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  con 5% de CA aumentó 8% en compresión, 10% en flexión, 11% en tracción y 6.3% en módulo de elasticidad. Concluyendo que las CA pueden ser viables para la producción de concreto sólo si se utiliza el 5% como porcentaje máximo de reemplazo, debido a que con este porcentaje se obtuvieron resultados positivos, incrementando significativamente las propiedades mecánicas del concreto.

**Palabras clave:** Aserrín, Ceniza de aserrín, Concreto, Propiedades físicas, Propiedades mecánicas.

## Abstract

Today, due to the high demand for cement and its corresponding production, the cement industry contributes more than 7% of the world's CO<sub>2</sub> emissions. Therefore, in order to conserve our environment and reduce the cost of construction, the feasibility of producing concrete with sawdust ash (CA) as a cement substitute is explored, determining its physical and mechanical properties. This is applied research, with a quantitative approach and an experimental design at a quasi-experimental level, for which the replacement of cement with CA at 0%, 5%, 10%, and 15% was considered. The results showed that the physical properties of concrete decrease the more CA is present, while the mechanical properties determined that the optimum percentage of CA was 5%, since for concrete  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  with this percentage, it increased 12% in compression, 7% in bending, 11% in tension and 6.4% in modulus of elasticity; in the case of concrete  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  with 5% CA, it increased 8% in compression, 10% in bending, 11% in tension and 6.3% in modulus of elasticity. It is concluded that CA can be viable for the production of concrete only if 5% is used as the maximum replacement percentage, because with this percentage positive results were obtained, significantly increasing the mechanical properties of the concrete.

**Keywords:** Sawdust, Sawdust ash, Concrete, Physical properties, Mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Hoy en día, se utiliza un gran número de lotes de cemento en todas partes, especialmente para la construcción de infraestructuras, sin embargo, los gases emitidos por el efecto invernadero producto de estos materiales, especialmente del cemento, se han convertido en una preocupación mundial primordial, es así que se evalúa buscar fuentes alternativas para la producción de concreto, sin contaminar el medio ambiente [1]. De esta manera el concreto al ser el material artificial más famoso del planeta goza de muchas ventajas, pero también tiene algunos puntos débiles y límites [2].

Así también la fabricación de cemento Portland es altamente intensiva en carbono y energía, es por ello que más allá de su impacto ambiental adverso, es un material con un alto costo en comparación con los demás ingredientes del concreto debido a su enorme consumo de energía [3]. El concreto es reconocido por ser el material básico con capacidad para moldearse en diferentes estructuras geométricas, buena durabilidad y propiedades mecánicas, pero diferentes gases, especialmente el CO<sub>2</sub>, se descargan enormemente durante su producción, lo que se considera una preocupación mundial [4].

Debido a la alta demanda de cemento y su correspondiente producción, la industria del cemento contribuye con más del 7% de las de CO<sub>2</sub> en el mundo, es por ello que a medida que exista una mayor urbanización y aumento de la población, se prevé un mayor aumento en el uso de concreto [5]. El costo creciente de los materiales de construcción tradicionales (especialmente el cemento) y la pobreza dificulta que las personas de bajos ingresos sean propietarios de una casa privada, por otro lado, la generación continua de desechos derivados de subproductos industriales y residuos agrícolas crea problemas ambientales agudos tanto en términos de su tratamiento como de eliminación [6].

El concreto se utiliza para varios tipos de estructuras debido a su durabilidad, pero debido a la escasez de áridos y el costo creciente de estos materiales ha frenado en gran medida el desarrollo de viviendas y otras instalaciones de infraestructura en Nigeria y otros

países en desarrollo, debido a esta razón, existe la necesidad de examinar el uso de materiales de construcción alternativos que están disponibles, como cenizas de aserrín [7]. Por su parte existen diversas fábricas industriales en la localidad de Tarapoto, que comercian materias primas como madera, los mismos que generan gran cantidad de madera pulida, ocasionando así grandes porcentajes de desperdicios [8].

Así también en Ate Vitarte surge la necesidad de mitigar con cada uno de los desechos generados por las industrias de madera, pues estas se encuentran afectando a la sociedad ya que grandes cantidades de aserrín no son reutilizadas y se acumulan en diversos espacios urbanos, ocasionando un efecto ambiental negativo [9]. En Chiclayo se ha demostrado que, el mercado actual ofrece diversos productos para construcción y para el concreto, pero su producción demanda de gran cantidad de materiales [10], Además en esta ciudad existe una gran cantidad de desechos, muchos ocasionados por diversas industrias de madera que generan aserrín, los mismos que son colocados en lugares no adecuados, es por ello que como una forma de reutilizar este material, se formula usar en el concreto la ceniza de aserrín.

En cuanto a los antecedentes, a nivel internacional, Raheem & Ige [11] tuvieron como fin investigar la producción de cemento mezclado mediante la incorporación de SDA (ceniza de aserrín) en el clínker de cemento Portland ordinario (OPC). Se utilizó una metodología experimental, en dónde se sustituyó 5, 10, 15, 20 y 25% de cemento por SDA. Los resultados demostraron que en compresión la resistencia disminuye al incrementar la presencia de SDA, en cuanto a flexión se encontró que el incremento ocurre conforme el porcentaje de sustitución de SDA aumenta de 0 a 15 % de SDA y luego se reduce para 20 -25 % de reemplazo de SDA. Demostrando que el porcentaje ideal de sustitución es hasta 15% para obtener el máximo beneficio en compresión y flexión.

Por otro lado, según la investigación de Auta et al [6] determinaron el efecto de la flexión del concreto utilizando ceniza de aserrín de caoba como suplencia del cemento en 0%, 5%, 10%, 15 % y 20%. Se empleó una metodología experimental, dónde los resultados demostraron que con 0% de aserrín se logró una flexión de 9.29 N/mm<sup>2</sup>, con 5% - 8.93 N/mm<sup>2</sup>,

con 10% - 7.71 N/mm<sup>2</sup>, con 15% - 6.64 N/mm<sup>2</sup>, con 20% - 4.79 N/mm<sup>2</sup>, concluyendo que el mayor valor se obtuvo tanto para reemplazos de 0% como de 5%, los otros porcentajes de reemplazo influyeron negativamente en la flexión del concreto. De esta manera se recomendó utilizar ceniza de aserrín para reemplazar cómodamente al cemento en no más del 5%.

Así también James & Daniel [7], tuvieron como fin determinar la resistencia de la CA en la producción de concreto. Se utilizó un programa experimental dónde se moldearon cubos de concreto al 0%, 5%, 10% y 15%. Los resultados señalaron que, en cuanto a las propiedades físicas, para porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15%, se obtuvieron asentamientos de 60mm, 69mm, 72mm y 75mm respectivamente, en cuanto a compresión a los 28 días se obtuvo 30.59 N/mm<sup>2</sup>, 34.11 N/mm<sup>2</sup>, 30.00 N/mm<sup>2</sup> y 25.09 N/mm<sup>2</sup> respectivamente, en cuanto a tracción se obtuvo 2.14 N/mm<sup>2</sup>, 2.72 N/mm<sup>2</sup>, 2.09 N/mm<sup>2</sup> y 1.95 N/mm<sup>2</sup> respectivamente. De acuerdo con estos resultados, se concluye que el porcentaje óptimo de reemplazo de ceniza de aserrín por cemento es del 5%.

Ikponmwoosa et al., [5] determinaron el impacto de utilizar cenizas de aserrín como sustitución del cemento, en las características del concreto. Se siguió un diseño experimental dónde la ceniza de aserrín (SDA) reemplazaría al cemento Portland (PC) hasta en un 20 % con un incremento del 5 %. Los resultados del asentamiento y la resistencia a la compresión disminuyen conforme se fue sustituyendo mayores porcentajes de SDA, en cuanto a la resistencia a la tracción de las mezclas de concreto que incorporan SDA como 20%, 15%, 10% y 5% de reemplazo de PC es 35.2%, 30%, 19.9% y 4.7% menor que la mezcla sin SDA. Concluyendo que el uso de SDA reemplazando al PC resultó en una disminución en la resistencia, por ello se recomienda utilizar porcentajes de sustitución menores al 5%.

Por su parte El-Nadoury [4] investigó la aplicabilidad del uso de aserrín y cenizas de aserrín como una alternativa ecológica a la arena natural y el cemento. El trabajo fue experimental, para ello se prepararon 13 mezclas de concreto donde se utilizó ceniza de aserrín en sustitución de cemento en porcentajes de 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % y 30 %. Los resultados demostraron que en cuanto a absorción se obtuvo valores de 1.19 %, 1.22

%, 1.38 %, 1.53 %, 1.71 %, 1.88 % y 2.03% respectivamente, en compresión existe una disminución de resistencia, excepto con 10% que tiene un aumento sustancial, a su vez en tracción sólo se tiene un incremento con 10% y 15% de ceniza de aserrín, en flexión el aserrín casi no tiene efecto, sin embargo, más allá del 20 %, disminuye la resistencia. Es así que se concluye que el porcentaje ideal de sustitución con aserrín es del 15 %.

A su vez Hamid & Rafiq [12] mostraron la conducta de la ceniza de madera como sustituto del cemento. Se siguió un programa experimental, es así que las mezclas de concreto se fabricaron con 0, 10, 15, 20 y 25% de ceniza de madera. Los resultados mostraron que en cuanto al asentamiento se obtuvieron valores de 48mm, 52mm, 55mm, 54mm y 56mm respectivamente, a su vez en compresión se obtuvieron 34.17 N/mm<sup>2</sup>, 24.71 N/mm<sup>2</sup>, 24.35 N/mm<sup>2</sup>, 23.17 N/mm<sup>2</sup> y 22 N/mm<sup>2</sup> respectivamente. En resumen, el concreto experimentó una mejora destacada en la resistencia a la compresión en un 10 % después de 7 y 28 días, por lo tanto, la mejor tasa de reemplazo fue el 10%.

En el ámbito nacional, en Huaraz, Timoteo [13], tuvo como fin establecer el efecto de la fracción ponderal de ceniza volante reemplazando al cemento sobre el desempeño de la bolsa  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . La investigación fue aplicada - experimental, se separaron las 36 muestras. Los resultados indican que la compresión con 10% fue 236 kg/cm<sup>2</sup>, con 15% - 231 kg/cm<sup>2</sup>, con 20% - 220 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que se tiene mejores resultados cuando se sustituye el 10%.

Además, en el estudio de Tuesta & Vásquez [14], cuya finalidad fue comprobar si era posible mejorar la resistencia al reemplazar parte del cemento Portland con aserrín. El estudio fue experimental, y se reemplazó ceniza de aserrín por cemento es 0% 1.5% 2.5% y 5%, para ello se elaboraron 36 probetas. Los resultados detallaron que el concreto patrón en compresión alcanzó 224.2 kg/cm<sup>2</sup>, con 1.5% - 231.8 kg/cm<sup>2</sup>, con 2.5% - 235.5 kg/cm<sup>2</sup> y con 5% - 239.5 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que se obtuvieron resultados positivos y más altos con 5% de sustitución.

Mientras tanto en Huaraz, el estudio realizado por Evaristo [15], tuvo la finalidad de analizar la fuerza a compresión del concreto al ser adicionado en 1%, 2%, 3% de ceniza de viruta de madera tornillo. La investigación desarrollada fue aplicada con un programa experimental y se fabricaron 36 probetas. Los resultados demostraron que el concreto estándar obtuvo una resistencia de 104,42%, con 1% alcanzó 112,88%, con 2% - 110,44%, finalmente con 3% - 106,21%. Se concluye que se logran mejores características con una sustitución del 2%.

Así también en Ate Vitarte la investigación realizada por Méndez [9] se desarrolló con la finalidad de determinar si la ceniza del eucalipto modifica la resistencia del concreto al ser reemplazado por cemento. Se siguió un diseño cuasi experimental y se reemplazó 3%, 5% y 7% de ceniza de aserrín por cemento. Los resultados detallaron que con 3% de CA, la resistencia tiende a incrementar, caso contrario con 5% y 7%, así también el costo de producción por m<sup>3</sup> de concreto tiende a disminuir conforme se aumenta el contenido de ceniza de aserrín.

La siguiente investigación se justifica debido a que se pretende explorar las ventajas de utilizar ceniza de aserrín como un sustituto parcial de cemento, con el fin de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Además, se incluye un análisis de impacto ambiental para prevenir y comprender las implicaciones ambientales del uso de este material. En el contexto peruano, la producción de cemento ha aumentado considerablemente, lo que ha generado una gran contaminación y emisión de dióxido de carbono, por lo tanto, la utilización de ceniza de aserrín como sustituto del cemento busca reducir esta contaminación, aprovechando un material de desecho disponible.

## 1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye la adición de cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento en porcentajes de 5%, 10% y 15% en las propiedades físico mecánicas del concreto?

## 1.3. Hipótesis

La adición de cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento en porcentajes de 5%, 10% y 15% influirá positivamente en las propiedades físico mecánicas del concreto.

## 1.4. Objetivos

### Objetivo general

Evaluar el desempeño las propiedades físico mecánicas del concreto adicionando cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento.

### Objetivos específicos

- Realizar el diseño de mezclas de concreto patrón y concreto experimental  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> con 5%, 10% y 15% de cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento.
- Determinar las propiedades físicas: asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario del concreto patrón y experimental  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> en su estado fresco.
- Determinar las propiedades mecánicas: resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad del concreto patrón y experimental  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c = 280$ kg/cm<sup>2</sup> en su estado endurecido.
- Identificar el porcentaje ideal de sustitución de cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento.
- Identificar el porcentaje óptimo de las propiedades mecánicas de rotura del concreto con ceniza de aserrín.

## 1.5. Teorías relacionadas al tema

### 1.5.1. Concreto

Se puede considerar desde dos partes: una obra dúctil y manejable con propiedades que perduran en el tiempo, la otra es un trozo de roca rodeada, donde la corteza está hecha de agua y un vínculo o enlace, como el cemento, el agua juega el doble papel de comunicar la fluidez mezclándose con el cemento ya que reacciona químicamente, provocando su endurecimiento [16].

También se le considera la adherencia de cemento, agua, áridos y opcionales aditivos, en su estado fresco primero tiene una consistencia plástica, luego se endurece (llamado proceso de endurecimiento), para finalmente conseguir una alta resistencia mecánica en el endurecido, que se convierte en un material muy importante en la construcción civil [17]. El proceso utiliza los mismos componentes que para las obras convencionales, conglomerados: cemento, y áridos: arena y piedra. El concreto posee propiedades que lo determinan como favorable.

Las características en estado fresco dependen de:

- a. **Aire:** Se determina mediante el método de presión, este método mayormente es utilizado cuándo se cuenta con concreto que contiene agregados muy densos. Medir el contenido de aire es primordial cuándo se utiliza agentes que incluyan aire al concreto, por diversos motivos como prevenir el efecto que puede generar el ciclo de congelación-descongelación.
- b. **Consistencia:** Este ensayo permite que el concreto se deforme y en consecuencia ocupe todo el espacio libre del molde o en el molde. Es importante considerar que el tamaño y forma del agregado, granulometría, además del agua, influyen directamente en el asentamiento del concreto [18]. El procedimiento a seguir es muy sencillo, una vez que se ha realizado la mezcla del concreto, se usa un cono de Abrams y una barra para compactar, posteriormente el cono se levanta y se mide la distancia vertical entre el cono y el desplazamiento de la mezcla de concreto.

- c. Densidad:** Hace referencia a la correlación existente entre la cantidad de peso y el volumen que ocupa, resulta muy útil para determinar la uniformidad del concreto. Dado que la consideración de la unidad teórica de peso depende de la precisión con que se determinen las propiedades físicas de los componentes, suele existir cierta diferencia entre ésta y la real, lo que es como la relación teórico - práctico [19].
- d. Temperatura:** Este ensayo permite garantizar el cumplimiento de diversos requisitos regidos en las normativas peruanas y extranjeras. Se coloca un medidor de temperatura en la mezcla, dejarlo durante dos minutos y realizar la lectura final, esta propiedad es muy importante pues en diversas obras de construcción se debe evaluar que la temperatura no sobrepase los 32 °C.

### **1.5.2. Propiedades físicas del concreto**

Se realizan pruebas de aceptación del concreto para determinar si cumplen con las especificaciones del trabajo. Es así que las pruebas más comunes son las que a continuación se muestran:

#### **a) Asentamiento**

También denominada prueba del cono de SLUMP, donde se evalúa el nivel trabajable la trabajabilidad, además de la consistencia del concreto, esta es preparada en el laboratorio o en el sitio de construcción durante el progreso del trabajo [20], a su vez se lleva a cabo de un lote a otro para verificar la calidad uniforme del concreto durante la construcción.

A su vez es la prueba de trabajabilidad más simple para el concreto, involucra un bajo costo y brinda resultados inmediatos. Debido a esto, ha sido ampliamente utilizado para pruebas de trabajabilidad desde 1922. El asentamiento se realiza según los procedimientos mencionados en ASTM C143 en los Estados Unidos, IS: 1199 – 1959 en India y EN 12350-2 en Europa.

Según [21], algunos de los factores que influyen en este ensayo son:

- Tamaño y/o forma de los agregados.
- Contenido de aire.

- Dosificación de concreto.
- Temperatura.
- Condición del equipo de prueba.
- Cantidad de agua.
- Tiempo desde que se mezcló el concreto al momento de la prueba.

#### **b) Contenido de aire**

Los vacíos de aire incorporados intencionalmente disminuyen los procesos de descongelación y /o congelación, es así que cualquier presencia de aire muchas veces disminuye la resistencia del concreto [22]. Sin embargo, los vacíos de aire también mejoran la trabajabilidad del concreto, es así que se puede preparar concreto con aire incorporado a una relación a/c más baja para proporcionar una trabajabilidad similar al concreto sin aire incorporado [23].

#### **c) Temperatura**

La temperatura del concreto debe ser de un mínimo de 65 °F y un máximo de 90 °F, a menos que lo apruebe el fabricante de la lechada. El aumento de la temperatura del concreto muchas veces origina que el volumen de aire incorporado disminuya [24]. Se implementan diversas normativas y especificaciones para asegurar la producción de concreto de calidad, cumpliendo con requisitos específicos. Estos estándares establecen límites en la temperatura del concreto para garantizar la resistencia y durabilidad deseadas. La temperatura del concreto se regula según el tipo de elementos y las condiciones de trabajo, ya sea en entornos cálidos o fríos, con viento o sin él, secos o húmedos. [4].

La alta temperatura inicial requiere un alto contenido de agua para mantener el revenimiento requerido, a su vez un alto contenido de agua conduce a una menor resistencia, una alta permeabilidad, una mayor contracción y un menor contenido de aire en la mezcla incluso de aire dada. Si la temperatura ambiente aumenta en combinación con una temperatura inicial alta, se reduce el tiempo de fraguado, una mayor resistencia a edades

tempranas, problemas de durabilidad y fisuración térmica en estructuras de concreto macizo [16]. Por último, la temperatura inicial baja conduce a un tiempo de fraguado intolerable en climas fríos, influye en la tasa de obtención de resistencia y reduce la resistencia máxima hasta en un 50 % si el concreto fresco se congela.

### **Límites de temperatura del concreto**

- ACI 301.5, ACI 301 y ASTM C94 no establecen un límite para el concreto en estado fresco en condiciones de clima cálido si se toman precauciones al dosificar, producir, entregar, colocar y curar el concreto. No obstante, la norma ASTM C 1064-86 establece un límite máximo entre 26,7°C y 35°C. Esto puede ser modificado de acuerdo con las especificaciones del proyecto [25].
- Para temperaturas superiores a 35°C, se recomienda el uso de agua a baja temperatura para evitar la formación de grietas en etapas tempranas [26].
- El concreto colocado y curado a una temperatura moderada (15–25 °C) obtendrá mayor resistencia y durabilidad que el concreto a 35 °C [14].

#### **d) Peso unitario del concreto**

Se refiere a la relación de la proporción de concreto en relación a su volumen [18]. En general, el PU del concreto oscila entre 2400 y 2500 kg/m<sup>3</sup> medido en kilogramos por metro cúbico, y cuando se mide en libras por pie cúbico, oscila entre 150 y 156 lb/ft<sup>3</sup>. Este depende de la densidad del material cemento, arena, agregados utilizados, proporción de agua, disponibilidad del porcentaje de vacíos en la mezcla, tipo de proporción de la mezcla y su compactación y contracción, cuanto más denso sea el concreto, mayor será su peso [27].

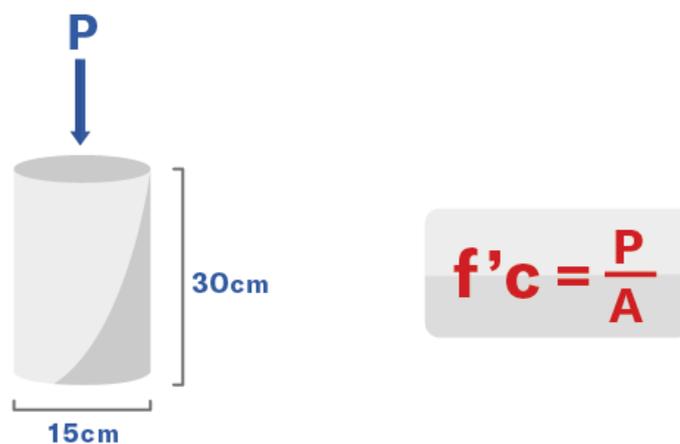
### **1.5.3. Concreto: Propiedades mecánicas**

#### **a) Resistencia a la compresión**

Esta propiedad es una de las más importantes para determinar si el concreto puede ser utilizado en diferentes obras de construcción, la Norma E060, menciona que se determina cuándo las muestras de concreto fabricadas son sometidas a pruebas de falla, y a una

velocidad específica de carga, para ello se pueden producir cómo mínimo dos probetas cuándo se utiliza moldes de 6" x 12", y 3 probetas cuándo se utilizan moldes de 4" x 8", esta propiedad mecánica pueden evaluarse a los 7, 14, 28 días, que son los más comunes, para ellos durante este tiempo, son sumergidos en agua.

Se detalla que el concreto es bueno cuándo es mayor a la resistencia especificada en el diseño inicial  $f'_c$ , por ello según [28] la mezcla de concreto debe apuntar a un valor superior de  $f'_c$ . Cabe precisar que la resistencia varía en función a los agregados (TMN y MF), la relación a/c, el tiempo de curado, el diámetro y tamaño de las muestras, la velocidad de muestra, entre otros [29].

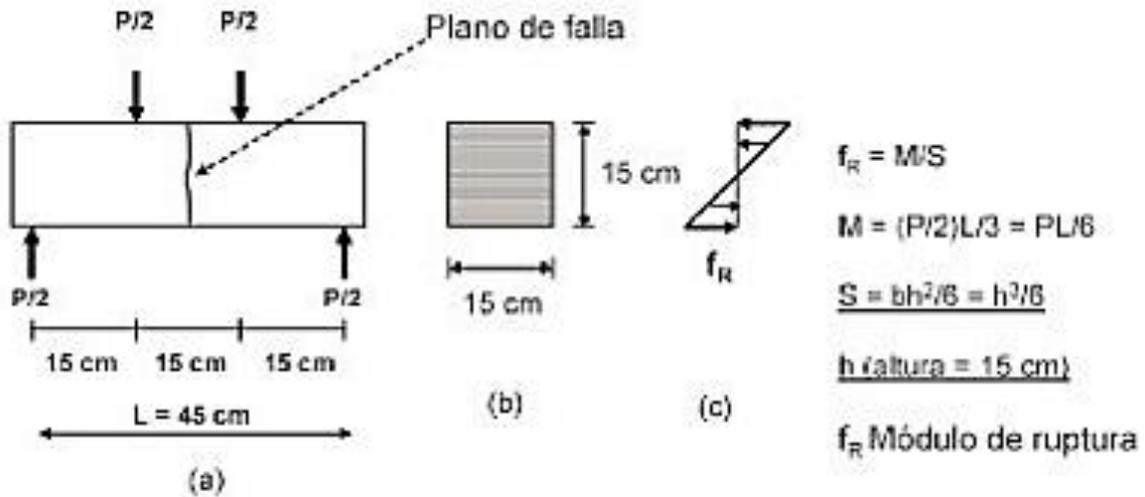


**Fig. 1.** Esquema del ensayo a compresión [30].

Esta característica es importante porque rige el diseño del concreto estructural siendo la propiedad especificada por las normas y códigos de cumplimiento, todas las demás propiedades estructurales [1].

#### **b) Resistencia a la flexión**

Se evalúa mediante viguetas de concreto, para ello la máquina destinada a las pruebas de flexión final toma la barra recién relevada y aplica una carga de aproximación más extrema en el punto focal del eje dos focos diseñados para lograr una apropiación equivalente de cargas y en consecuencia tener una información precisa, es decir aplica cargas en los tercios de la luz [29].

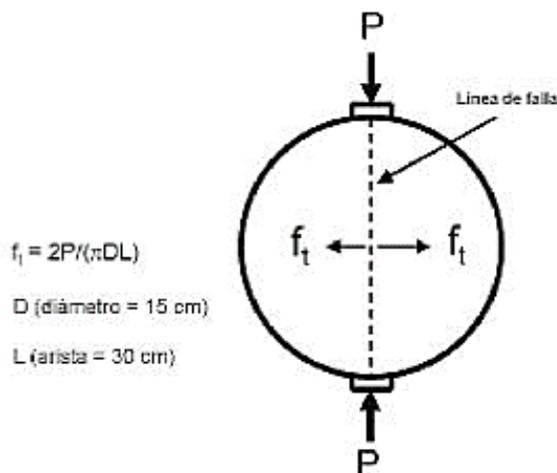


**Fig. 2.** Esquema del ensayo a flexión: b) Sección transversal, c) Diagrama de esfuerzos internos [29].

### c) Resistencia a la tracción

Esta característica puede tener un impacto significativo, ya que es aproximadamente el 10 % de la fuerza compresiva [31].

El concreto presenta dificultades en cuánto a tensión, pues es 10% menor que el valor de compresión; para concretos de alta resistencia este porcentaje es menor. Es así que esta propiedad no tiene una relación directa con los valores obtenidos a compresión; los resultados son muy variables, sin embargo, se puede tener una razonable predicción con valores entre 1.5 y 2 veces  $\sqrt{f'_c}$  (Kgf/cm<sup>2</sup>) [29].

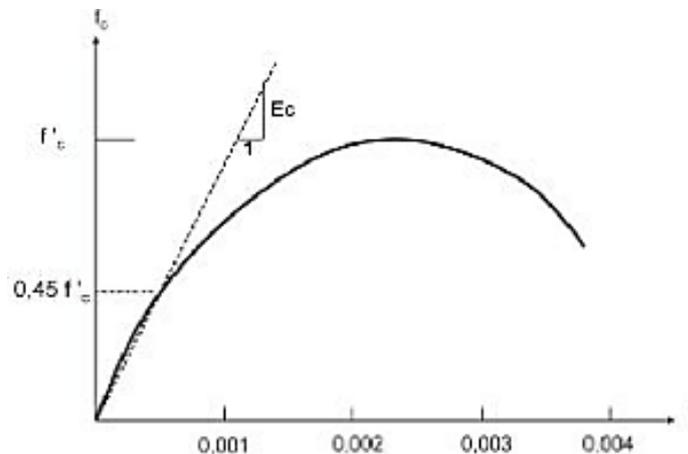


**Fig. 3.** Esquema de resistencia a tracción [29].

El hormigón en tracción es de interés en el diseño de algunas estructuras, por ejemplo, en el diseño de losas de carreteras y aeródromos, la resistencia al corte y fisuración, los esfuerzos de tracción pueden causar grietas suficientes para poner en peligro las características de durabilidad del hormigón [1].

#### d) Módulo de elasticidad

Es esencial en la construcción de diferentes estructuras, pues nos sirve para predecir las posibles deflexiones que pueden sufrir los elementos estructurales [29]. Algunos autores determinan esta propiedad como la correlación entre la fuerza aplicada y la deformación ocurrida, en pocas palabras detalla la firmeza de un material o elemento cuándo le aplican tensión [32]. Si bien es cierto tienen diferentes valores para cada una de las probetas a ser ensayadas, pero en algunas ocasiones se asume como  $200\,000\text{ Kg/cm}^2$ , por otra parte, cuándo no se requiere una precisión absoluta, se puede determinar mediante:  $E_c = 12\,500 \sqrt{f'_c}$  ( $\text{Kgf/cm}^2$ ) [29].



**Fig. 4.** Diagrama esfuerzo-deformación unitaria a compresión del concreto y del módulo de elasticidad [29].

#### 1.5.4. Cenizas de aserrín

El aserrín es un material de desecho bien conocido de la agricultura y de los subproductos resultantes de las centrales madereras, este se genera como material de desecho cuando las maderas se fresan mecánicamente en diferentes tamaños y formas [4].

El alto porcentaje de residuos de madera no reciclada muestra la deficiencia de suficientes procedimientos y estrategias de reciclaje. Por lo tanto, es vital reciclar diariamente los desechos de madera y utilizarlos de manera efectiva en compuestos/hormigones a base de cemento para garantizar su eliminación inocua como remedio ambiental [31]. De esta manera el aserrín pasará por un proceso de quemado y de esta manera obtener la ceniza de aserrín.



(a)



(b)

**Fig. 5.** a) Aserrín [33], b) Obtención de la ceniza de aserrín [34]

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, frente a ello Baena [35], nos detalla que este enfoque trata de dar veracidad o falsedad a la hipótesis planteada, el probabilístico, es así que, mediante la observación, se genera diversas ideas, tratando de verificar si la hipótesis es correcta o no. Cabe precisar que en esta investigación se pretende también realizar diversos cálculos numéricos para determinar las características del concreto, tanto de la mezcla control como de las modificadas con ceniza de aserrín.

As u vez es de tipo aplicada, es así que Baena [35], alude que este tipo de indagación se utiliza cuándo se requiere poner en marcha un determinado estudio, es decir cuándo se considera las diversas posibilidades de poner en práctica, las teorías evaluadas.

El diseño es experimental, frente a ello Mías, [36] detalló que estas investigaciones suelen caracterizarse por tener un control en cada una de las variables analizadas, por ende, debe existir un control muy riguroso en cada una de ellas, en este estudio se pondrá en marcha la producción de concreto mediante diversas pruebas experimentales y de esta manera evaluar la viabilidad del reemplazo de la ceniza de aserrín por cemento.

Cuenta con un nivel cuasi experimental, para ello se ha definido un modelo de diseño, tal como se muestra:

$G_1 \quad X_1 \quad O_1$

$G_2 \quad X_2 \quad O_2$

$G_3 \quad X_3 \quad O_3$

$G_4 \quad \dots \quad O_4$

Dónde:

- $G_{1,2,3}$ : 162 muestras.
- $G_4$ : 54 muestras (CP 210 Kg/cm<sup>2</sup> y 280 Kg/cm<sup>2</sup>)

- $X_{1,2,3}$ :  $X_1= 5\%$  ceniza de aserrín,  $X_2=10\%$  ceniza de aserrín,  $X_3= 15\%$  ceniza de aserrín
- ---: No se sustituye ceniza de aserrín.
- $O_{1,2,3}$ : variable independiente.
- $O_4$ : variable dependiente.

## **2.2. Variables, Operacionalización**

Es necesario conocer que la variable independiente viene a considerarse como la que podrá ser manipulada, en el caso de la dependiente es la que será manipulada por la variable independiente [37]

### **Variable Dependiente (VD):**

Propiedades físico mecánicas del concreto

### **Variable Independiente (VI):**

Cenizas de aserrín

### **Operacionalización (Ver Anexo 2)**

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

### **Población:**

Se entiende como el “Conjunto de todos los casos que componen un grupo de especificaciones predeterminadas” [39]. Es así que en esta tesis, la población corresponde, a la cantidad general de los especímenes de concreto que contienen CA, haciendo un total de 216 probetas cilíndricas y prismáticas.

### **Muestra:**

La Norma E.060 Técnicas del RNE, establece que para los ensayos que son sometidos a diferente tipo de cargas mínimo se deben hacer 2 testigos para cada mezcla de concreto [40]. En el trabajo se tiene una muestra de 216 probetas cilíndricas y prismáticas,

siendo 8 diseños de mezcla diferentes a ser evaluadas en los días 7, 14 y 28, con diferentes adiciones de variables de aserrín y concreto.

**Tabla 1.**

Total de muestras: Concreto patrón (CP), y concreto modificado.

Ensayo	Edad de curado (días)	CP (210 y 280 Kg/cm <sup>2</sup> )	Sustitución de cemento por CA 210 Kg/cm <sup>2</sup>			Sustitución de cemento por CA 280 Kg/cm <sup>2</sup>			Sub Total	Total
			5%	10%	15%	5%	10 %	15 %		
R. compresión y M. Elasticidad	7	6	3	3	3	3	3	3	24	72
	14	6	3	3	3	3	3	3	24	
	28	6	3	3	3	3	3	3	24	
Resistencia a la tracción	7	6	3	3	3	3	3	3	24	72
	14	6	3	3	3	3	3	3	24	
	28	6	3	3	3	3	3	3	24	
Resistencia a la flexión	7	6	3	3	3	3	3	3	24	72
	14	6	3	3	3	3	3	3	24	
	28	6	3	3	3	3	3	3	24	
<b>Total de muestras</b>									216	

*Nota.* Total de testigos a utilizar en el trabajo.

### **Muestreo:**

Muestreo probabilístico, frente a ello [37] detallan que este tipo de muestreo se caracteriza por ser muy representativo y en otras palabras aleatorio, pues trata de que todas las muestras que forman parte de la población, tengan igual posibilidad de ser designados para diversos estudios. Posee una gran ventaja, la cual es que permite aprender algo sobre una población grande de manera, razonable y rápida.

### **Criterios de selección:**

En cuanto a los criterios de selección, se tiene lo siguiente:

**Criterios de inclusión:** Solo se tomarán en cuenta las muestras de concreto que tengan CA como sustituto del cemento.

**Criterios de exclusión:** Se excluirán las muestras de concreto que no tengan CA como sustituto del cemento.

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

### **2.4.1. Técnicas de recolección de datos**

Sabiendo que estas técnicas, nos permiten obtener información acerca de temas determinados, para esta investigación se tienen las siguientes técnicas:

- Observación: Esta técnica nos permite presenciar los diversos comportamientos de las partes involucradas en un determinado estudio, es decir mantener un contacto directo con la realidad e identificar los diversos acontecimientos, cabe precisar que su control y planificación son muy importantes para el desarrollo de diversos proyectos [41].
- Revisión documentaria: Nos permite tener conocimientos previos acerca del tema que se pretende estudiar y de esta manera tener una buena justificación del por qué realizar un determinado estudio, a su vez permite poner en marcha el estudio, mediante diversas fuentes que nos dan a conocer los pasos y /o requisitos para la obtención de diversos resultados [35].

### **2.4.2. Instrumentos de recolección de datos**

- Ficha de campo: Hace referencia a la ficha en la que se colocará cada uno de los datos obtenidos mediante la observación del lugar de estudio, así también considera a cada uno de los valores conseguidos en los diferentes ensayos elaborados en laboratorio [42].

El instrumento de ficha de datos de campo in situ posee información de los resultados de análisis de laboratorio, por lo cual no se requerirá de validez para su aplicación, considerando que los análisis se ejecutaran en función a la normativa vigente.

### **2.4.3. Validez y confiabilidad**

Cuando se genera un instrumento, es esencial contar con estudios que tengan confiabilidad y validez, es así que la confiabilidad muestra que, si se hace diversas

aplicaciones, se tendrán resultados iguales, por el contrario, la validez trata de garantizar lo que se va a poner en marcha y muchas veces depende de criterios basados en experiencias o antecedentes [36]. En cuanto a la confiabilidad, en este estudio vendrá dada en el análisis de la estadística inferencial.

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

Para este apartado se presentará un diagrama de flujo de procesos que nos ayudará a comprender el proceso de esta investigación.

### **2.5.1. Diagrama de flujos de procesos**

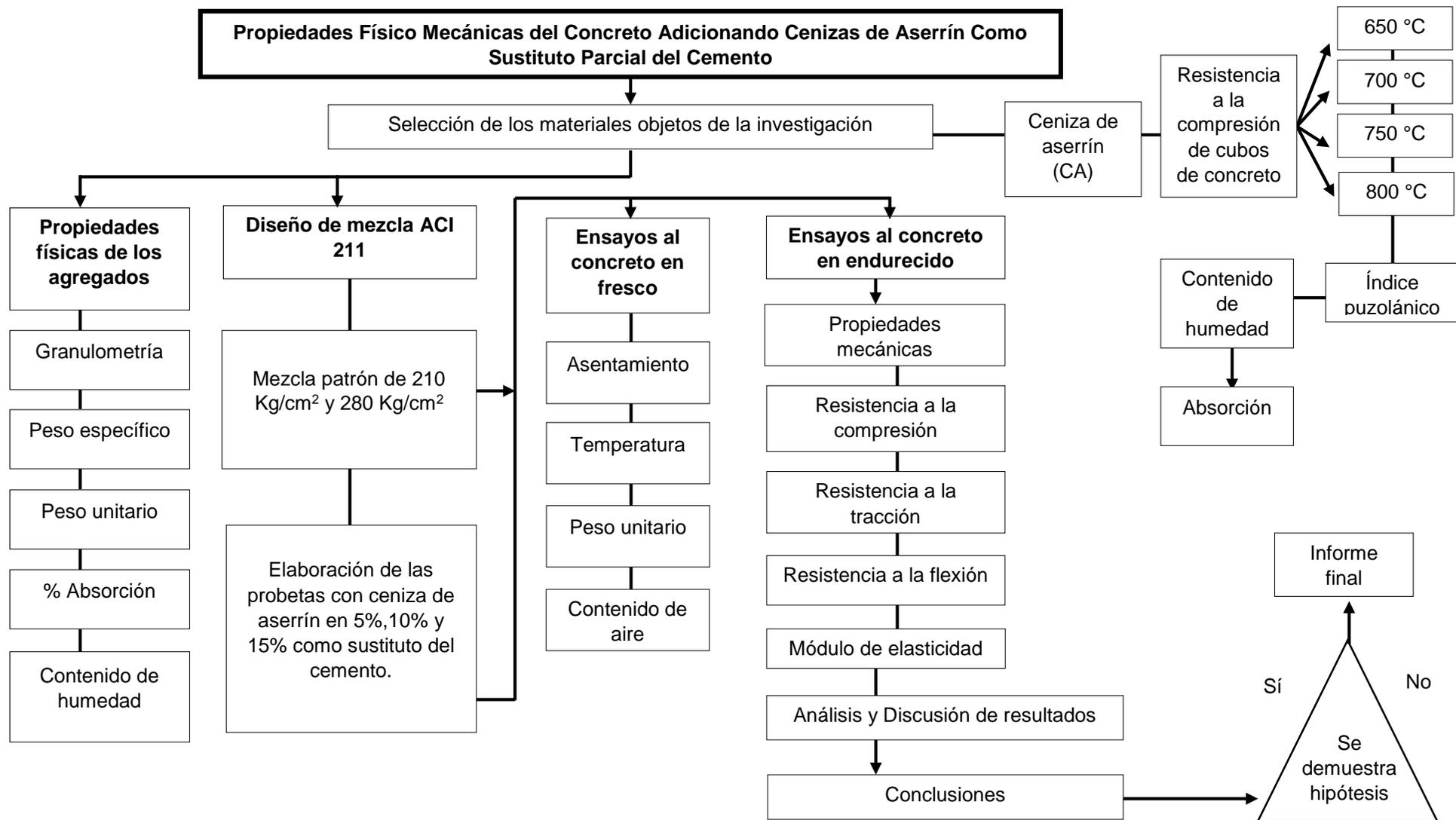


Fig. 6. Diagrama de flujo.

## **2.5.2. Descripción de procesos**

### **2.5.2.1. Selección y obtención de materiales**

#### **a. Agregado fino y grueso**

Se llevó a cabo una investigación en canteras, donde se visitaron tres específicamente: "Tres Tomas", "Pacherrez" y "La Victoria". Se tomaron muestras representativas de cada una para evaluar sus propiedades físicas y así poder determinar cuál de ellas sería la más adecuada para la mezcla del concreto estándar.

#### **b. Ceniza de aserrín (CA)**

El aserrín se obtuvo de carpinterías de la zona, la misma que posteriormente pasó por un proceso de quemado en horno con diferentes temperaturas de calcinación siendo éstas 650 °C, 700 °C, 750 °C y 800 °C, posteriormente se elaboraron cubos de concreto con las diferentes temperaturas de quemado, y se evaluó la compresión de cada uno de los cubos de concreto, posteriormente se estableció con que temperatura se logró la mayor resistencia a la compresión, considerando esta la temperatura óptima de calcinación.

#### **c. Agua**

El agua a utilizar será del laboratorio de materiales, para ello se tuvo en especial cuidado asegurándonos que sea potable.

#### **d. Cemento**

El cemento utilizado es el "QUNA"

### **2.5.2.2. Ensayos a los agregados pétreos**

Para realizar los estudios de las diversas canteras, se consideró las siguientes normativas:

**Tabla 2.**

Pruebas para los agregados pétreos

<b>Pruebas</b>	<b>Normativas</b>	
- Análisis granulométrico	ASTM C 136 [43]	NTP 400.012
- Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino	ASTM C 128 [46]	NTP 400.022
- Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso	ASTM C 127 [47]	NTP 400.021
- Peso Unitario	ASTM C 29 [45]	NTP 400.017
- Contenido de humedad	ASTM C 566 [44]	NTP 339.185

*Nota.* Ensayos de los agregados pétreos con la normativa vigente.

### 2.5.2.3. Ensayos al concreto en fresco

Se muestran en la siguiente Tabla.

**Tabla 3.**

Pruebas físicas del concreto.

<b>Pruebas</b>	<b>Normativas</b>	
Asentamiento	ASTM C 143 [48]	NTP 399.035
Temperatura	ASTM C 1064 [50]	NTP 339.184
Peso unitario	ASTM C 138 [51]	NTP 339.046
Aire atrapado	ASTM C 231 [49]	NTP 339.081

*Nota.* Podemos ver cada uno de los experimentos que deben llevarse a cabo para evaluar el estado fresco del concreto.

#### 2.5.2.4. Ensayos al concreto endurecido

Se considerarán los siguientes ensayos para el concreto, y se evaluarán las propiedades mecánicas a los 7, 14 y 28 días.

**Tabla 4.**  
Pruebas mecánicas del concreto

<b>Pruebas</b>	<b>Normativas</b>	
Compresión	ASTM C 39 [52]	NTP 399.034
Módulo de elasticidad	ASTM C 469 [55]	-
Flexión	ASTM C 78 [53]	NTP 339.078
Tracción	ASTM C 496 [54]	NTP 400.084

*Nota.* Ensayos en concreto endurecido.

#### 2.6. Criterios éticos

El autor reconoce la veracidad de las pruebas y de los resultados descubiertos, demostrando que los autores citados en todo el proyecto han sido debidamente citados; por lo tanto, es incuestionable que la información producida es comparable a la prevista, al igual que las personas que participaron en las pruebas realizadas en este estudio. Así también se considerarán los principios y bases que rigen en la Universidad Señor de Sipán [56], según la Resolución de Directorio N° 058-2023/PD-USS, la misma que establece que debemos considerar los artículos 1°: dónde nos indica que se debe seguir procedimientos correctos para garantizar el ejercicio ético investigativo, dictaminando y supervisando las investigaciones, a su vez el artículo 4°: también es importante garantizar el cuidado y el respeto por la vida, la naturaleza y la salud de los seres vivos involucrados en el proceso de investigación, siguiendo los principios éticos establecidos por la normativa nacional e internacional. Asimismo, se tomarán en cuenta el artículo 22°: medidas en relación con los proyectos de investigación aprobados, así como en aquellos que violen los principios de integridad científica, de acuerdo con lo establecido en el Código de Ética en Investigación de esta universidad.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Ensayos a los agregados pétreos

Para determinar y seleccionar la cantera adecuada para el posterior diseño de mezcla, se procedió a evaluar las distintas canteras seleccionadas, entre las cuales están: Tres Tomas” –, “Pacherrez” y “La Victoria”, es así que a continuación se muestra las propiedades físicas evaluadas y la cantera finalmente seleccionada.

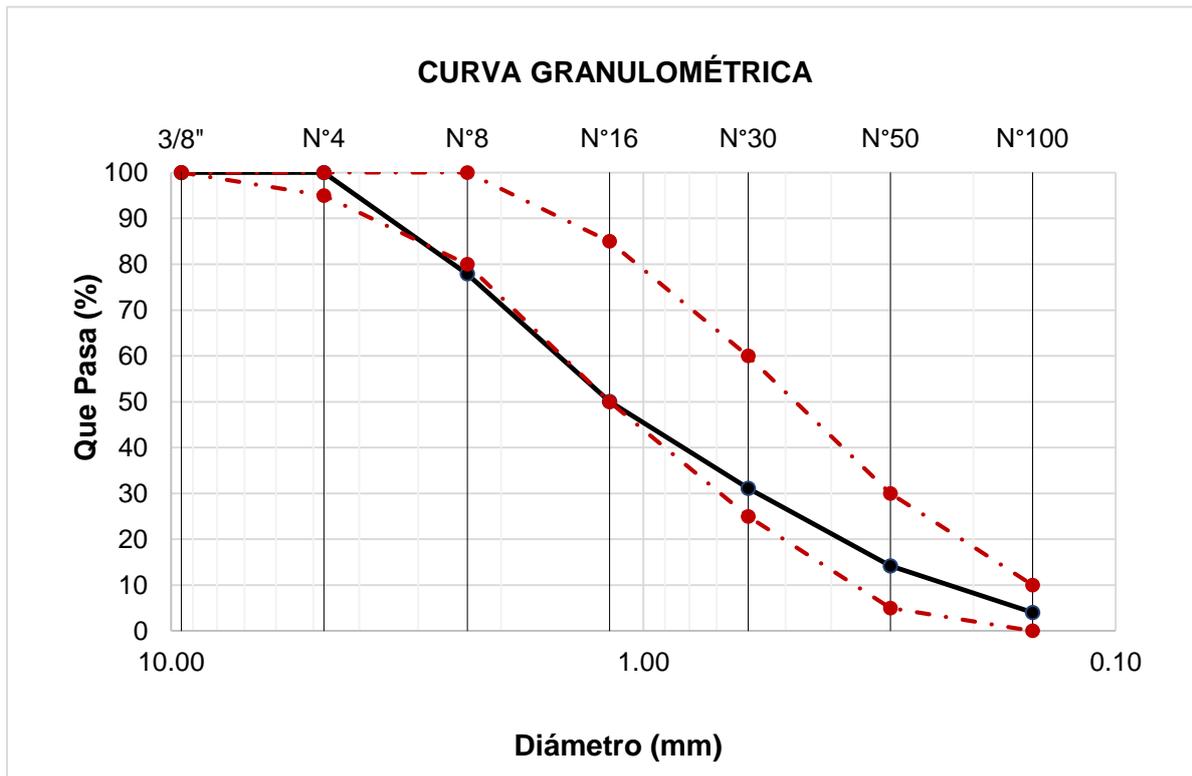
##### 3.1.1.1. Análisis granulométrico - NTP 400.012 / ASTM C 136

###### a. ÁRIDO FINO

En la determinación del análisis granulométrico del árido fino, se procedió a visitar las tres canteras de estudio y se extrajo diversas muestras de cada cantera, ya en el laboratorio se realizó el cuarteo de las muestras extraídas, se pesó la muestra total y se pasó por cada tamiz (3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100), identificando así el material que quedaba retenido, y anotando cada valor para así realizar la curva de análisis granulométrico, la cual está establecida en la normativa. Se determinó el MF del árido fino, para finalmente realizar una comparación entre el valor obtenido en cada cantera, asegurándonos que el valor obtenido esté dentro de los términos señalados en ASTM C33, la cual nos indica que el MF debe estar en un rango de 2.3 y 3.1.

- **Cantera “Pacherrez” – Pucalá**

En este ensayo se detalla los límites los mismos que están de color rojo y la curva de granulometría de la arena de color negro, para determinar esta curva se consideró en el eje “x”, el diámetro de cada tamiz y en el eje “y” el porcentaje de arena acumulado que pasa  
Figura 8.

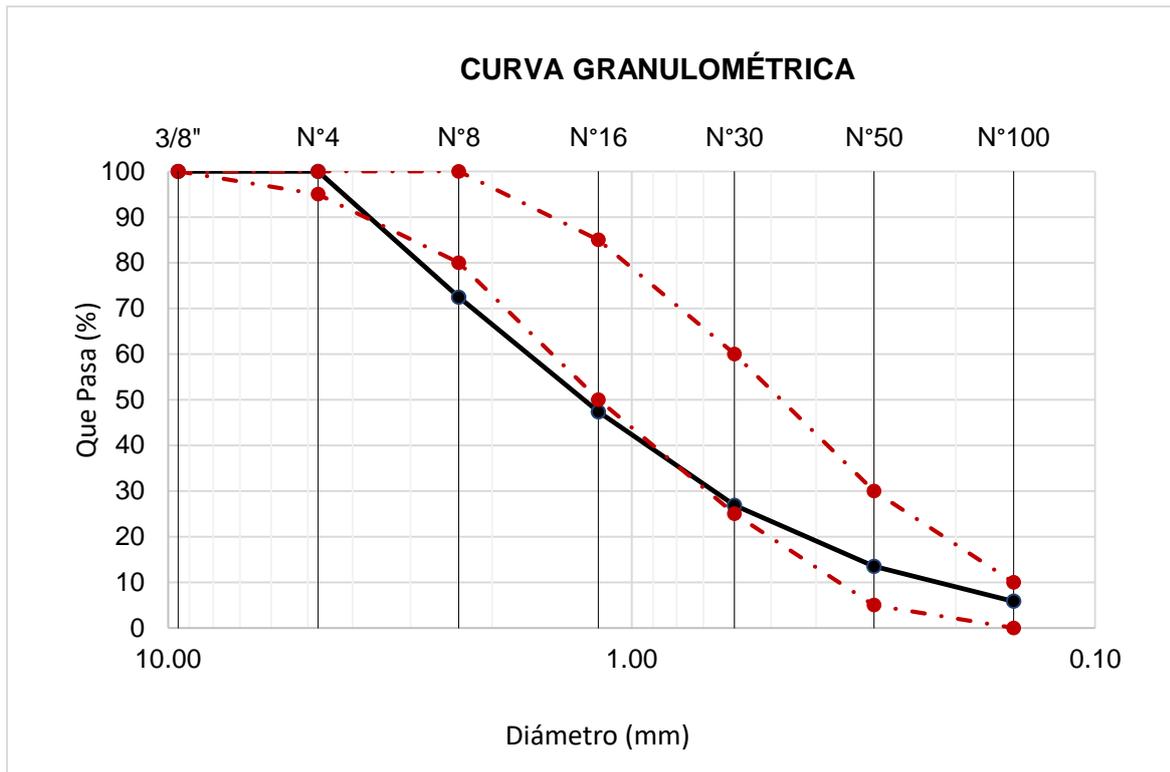


**Fig. 7.** Curva de tamaño de partícula del árido fino de la Cantera "Pacherrez".

En la figura 7 podemos observar que la granulometría de este material no está en los límites señalados según la normativa peruana NTP 400.037 y 400.012, a su vez el MF es de 3.23, estando fuera del rango establecido  $2.3 < MF < 3.1$ . Concluyendo que la arena de esta cantera no es apta para ser utilizada como un material interviniente en la producción de concreto.

- **Cantera "Tres Tomas" – Ferreñafe**

En este ensayo se detalla los límites los mismos que están de color rojo y la curva de granulometría de la arena de color negro, para determinar esta curva se consideró en el eje "x", el diámetro de cada tamiz y en el eje "y" el porcentaje de arena acumulado que pasa Figura 8.

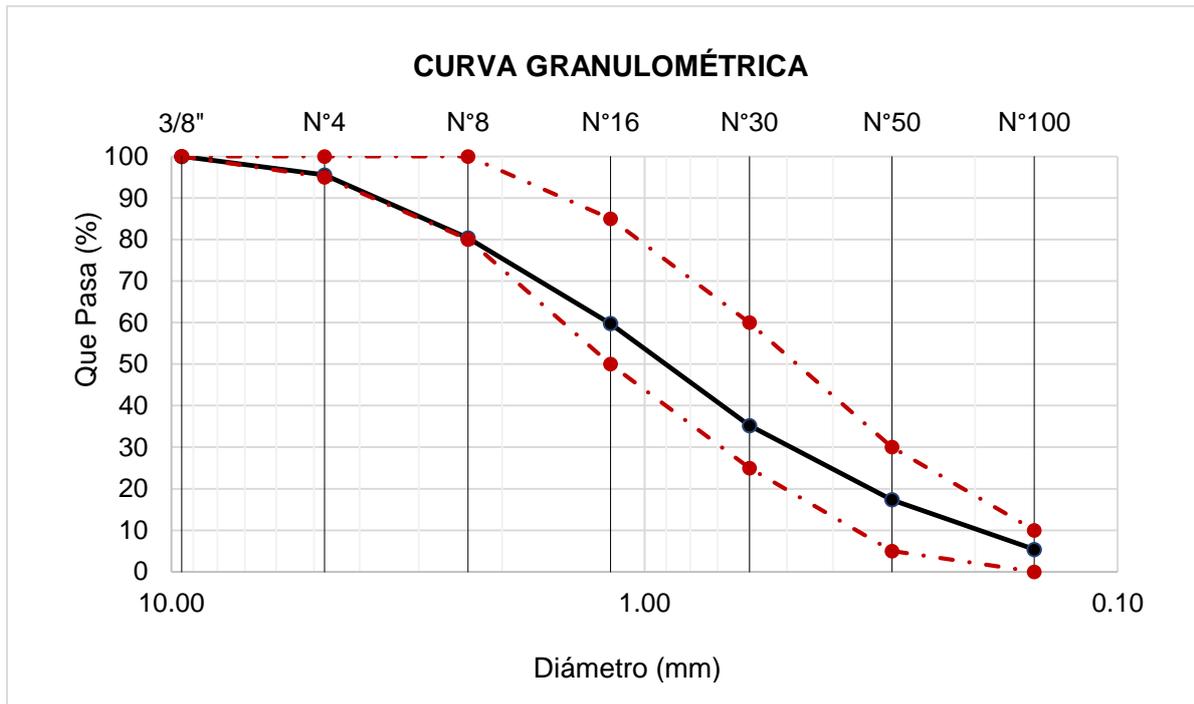


**Fig. 8.** Curva de tamaño de partícula del árido fino de la Cantera “Tres Tomas”.

Podemos observar que la granulometría de este material no está en los límites establecidos según la normativa peruana NTP 400.037 y 400.012, a su vez el módulo de fineza es de 3.34, estando fuera del rango establecido  $2.3 < MF < 3.1$ . Concluyendo que la arena de esta cantera no es apta para ser utilizada como un material interviniente en la producción de concreto.

- **Cantera “La Victoria” – Pátapo**

Este ensayo nos detalla los límites definidos según la norma NTP 400.037 los mismos que se muestran en color rojo y la curva granulométrica de la arena de color negro, para determinar esta curva se consideró en el eje “x”, el diámetro de cada tamiz y en el eje “y” el porcentaje de arena acumulado que pasa (Figura 9).



**Fig. 9.** Curva de tamaño de partícula del árido fino de la Cantera “La Victoria” – Pátapo

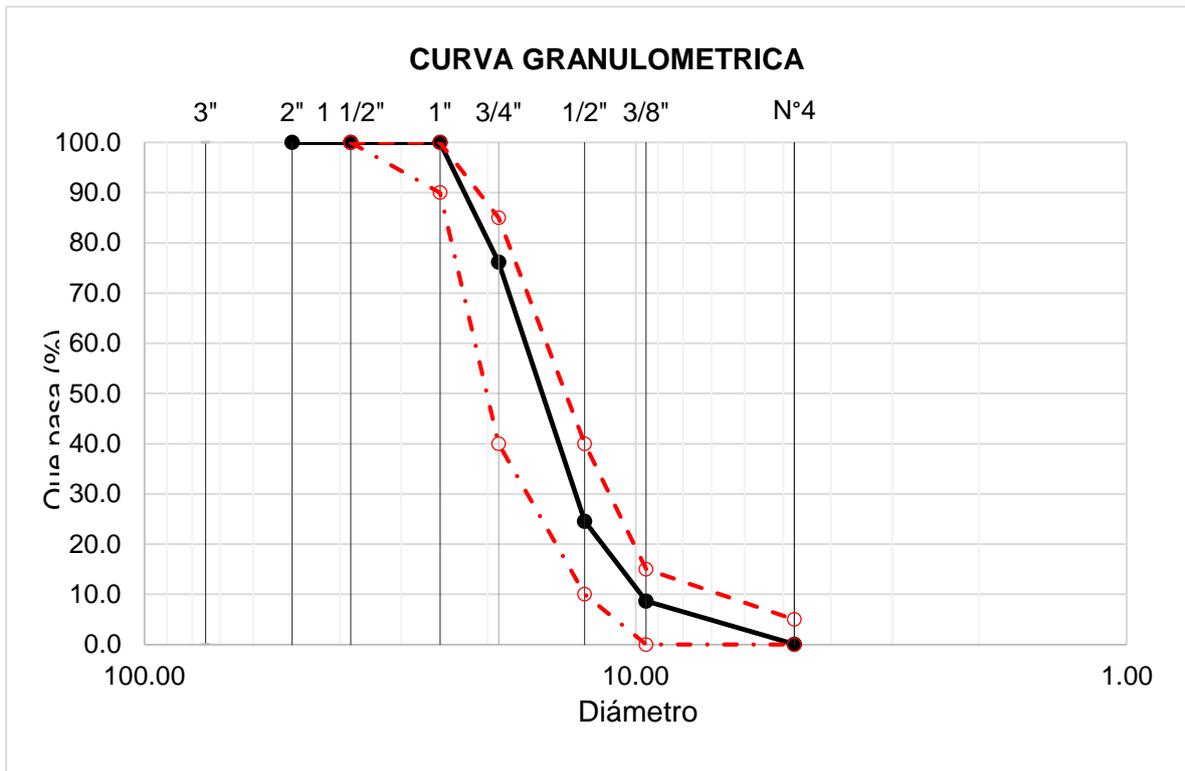
Podemos observar que el tamaño de este material está en los límites el MF es de 3.06, estando en los rangos establecidos  $2.3 < MF < 3.1$ . Esto lleva a la conclusión de que la arena proveniente de esta cantera es adecuada para ser empleada como un componente en la producción de concretos convencionales.

#### **b. ÁRIDO GRUESO**

Se procedió a visitar las tres canteras de estudio y se extrajo diversas muestras de cada cantera, ya en el laboratorio se realizó el cuarteo de las muestras extraídas, se pesó la muestra total y se pasó por cada tamiz (2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4), identificando así el material que quedaba retenido, y anotando cada valor para realizar la curva de análisis granulométrico.

- **Cantera “Pacherrez” – Pucalá**

En este ensayo se detalla los límites para el Huso 56 los mismos que están de color rojo y la curva de la piedra de color negro, para determinar esta curva se consideró en el eje “x”, el diámetro de cada tamiz y en el eje “y” el porcentaje de piedra chancada acumulado que pasa (Figura 11).

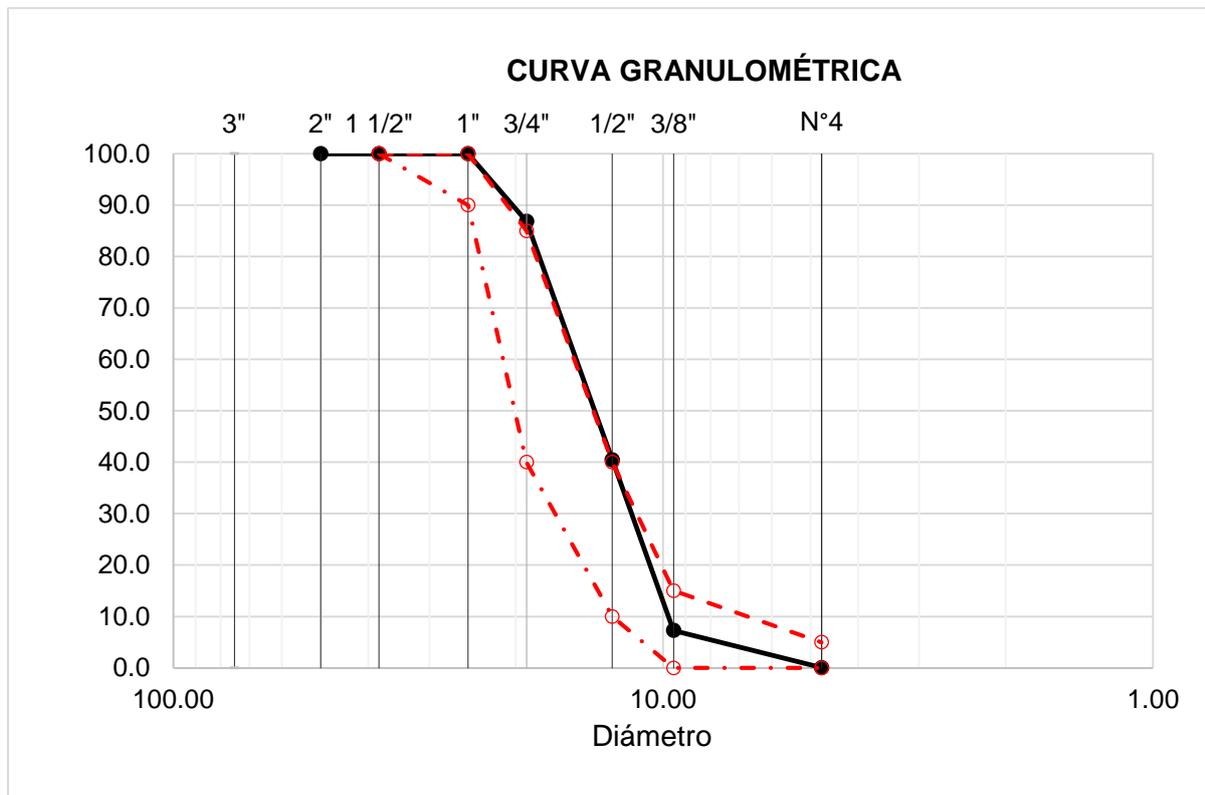


**Fig. 10.** Curva de tamaño de partícula del árido grueso de la Cantera “Pacherrez”.

Podemos observar que el tamaño de este material está dentro de los límites establecidos según el Huso 56 detallado en la NTP 400.012 / ASTM – C136, a su vez tiene un TM de 1” y un TMN de 3/4”.

- **Cantera “Tres Tomas” – Ferreñafe**

En este ensayo se detalla los límites para el Huso 56 detallado en la NTP 400.012 / ASTM – C136.

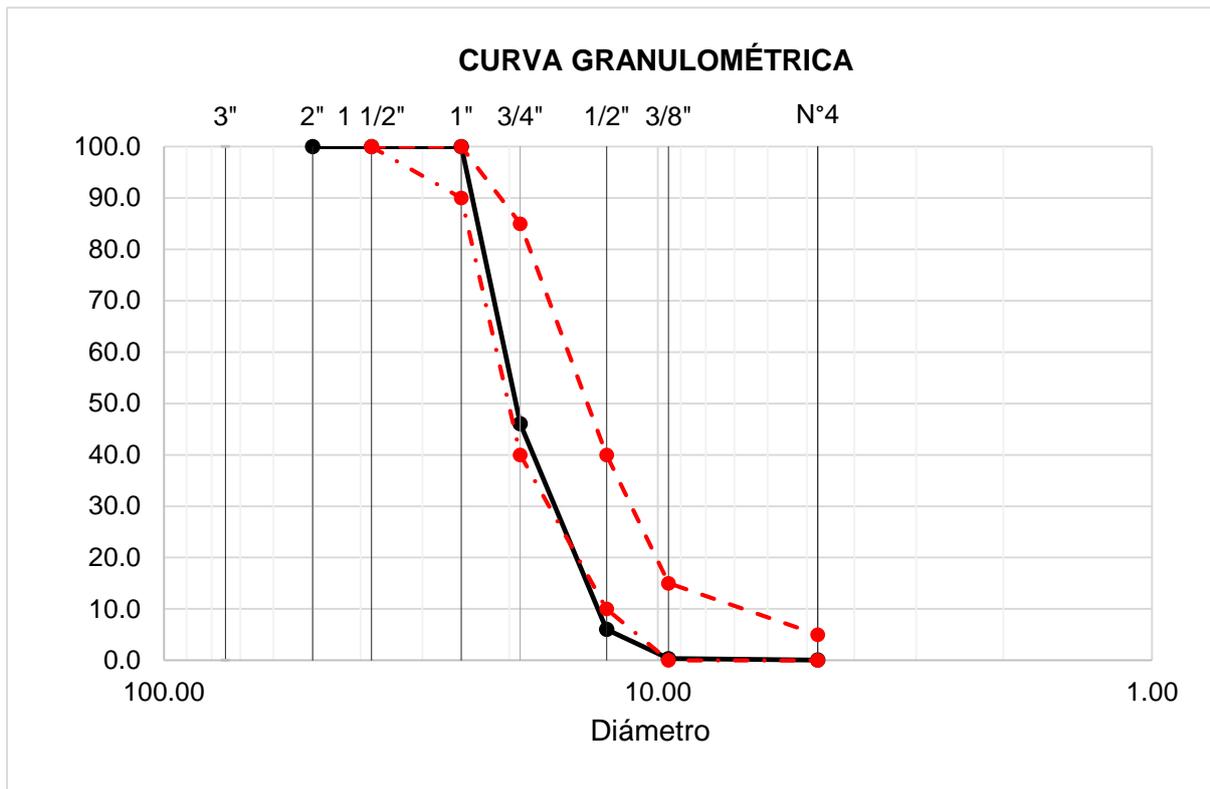


**Fig. 11.** Curva de tamaño de partícula del árido fino de la Cantera “Tres Tomas”.

Se muestra las características granulométricas de la piedra chancada, dónde podemos observar que la granulometría de este material no está dentro de los límites establecidos según el Huso 56 detallado en la NTP 400.012 / ASTM – C136, a su vez tiene un TM de 1” y un TMN de ¾”.

- **Cantera “La Victoria” – Pátapo**

Este ensayo nos detalla los límites para el Huso 56 detallado, los mismos que están de color rojo, junto con la curva granulométrica de la piedra chancada de color negro, para determinar esta curva se consideró en el eje “x”, el diámetro de cada tamiz y en el eje “y” el porcentaje de piedra chancada acumulado que pasa.



**Fig. 12.** Curva granulométrica del agregado grueso proveniente de la Cantera “La Victoria” – Pátapo.

Se muestra las características granulométricas de la piedra chancada dónde podemos observar que la granulometría de este material no está dentro de los límites establecidos según el Huso 56 detallado en la NTP 400.012 / ASTM – C136, a su vez tiene un TM de 1” y un TMN de 3/4”.

## Selección de canteras

Al haber determinado el análisis granulométrico de las canteras en estudio, se determinó que se trabajará con arena obtenido de la cantera “La Victoria” pues cumple con lo establecido en la normativa peruana NTP 400.037 y 400.012, a su vez el MF es de 3.06, por lo que está dentro de  $2.3 < MF < 3.1$ . En cuanto al agregado grueso, se trabajará con la cantera “Pacherrez” – Pucalá, debido a que la granulometría de este material está dentro de los límites establecidos según el Huso 56 detallado en la NTP 400.012 / ASTM – C136, a su vez tiene un TM de 1” y un TMN de  $\frac{3}{4}$ ”.

**Tabla 5.**  
Selección de canteras

<b>Agregados pétreos</b>	<b>Cantera</b>
Agregado Fino	“La Victoria” – Pátapo
Agregado Grueso	“Pacherrez” – Pucalá

*Nota.* Agregados seleccionados de la cantera de extracción.

### 3.1.1.2. Contenido de humedad - NTP 339.185 / ASTM C566

Se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 6.**  
Contenido de humedad de los agregados pétreos

<b>Canteras</b>	<b>Contenido de humedad (%)</b>	
	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
“Pacherrez”	0.43 %	0.40 %
Tres Tomas”	0.50 %	0.31 %
“La Victoria”	0.26 %	0.39 %

### 3.1.1.3. Peso Unitario - NTP 400.017 / ASTM C 29

Se determinó esta propiedad física teniendo los siguientes resultados.

**Tabla 7.**  
Peso unitario de los agregados pétreos

Canteras		PUS		PUC	
		Árido fino	Árido grueso	Árido fino	Árido grueso
"Pacherrez" – Pucalá	P.U. Húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1656	1474	1885	1597
	P.U. Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1649	1468	1877	1591
Tres Tomas" – Ferreñafe	P.U. Húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1612	1449	1783	1570
	P.U. Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1604	1445	1774	1565
"La Victoria" – Pátapo	P.U. Húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1607	1494	1769	1635
	P.U. Seco (kg/m <sup>3</sup> )	1603	1488	1764	1628

*Nota.* Se detalla el P.U.S. Húmedo, P.U.S. Seco, P.U.C. Húmedo, P.U.C. Seco, de las tres canteras en estudio.

### 3.1.1.4. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino - NTP 400.022 / ASTM C 128

Se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 8.**  
Peso específico y porcentaje de absorción del AF

Canteras	Peso específico	Absorción
"Pacherrez" – Pucalá	2.557 gr/cm <sup>3</sup>	1.184 %
Tres Tomas" – Ferreñafe	2.842 gr/cm <sup>3</sup>	1.458 %
"La Victoria" – Pátapo	2.607 gr/cm <sup>3</sup>	0.766 %

*Nota.* Se detalla el Pe y % de Abs del AF de las tres canteras en estudio.

**3.1.1.5. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso - NTP 400.021 / ASTM C 127**

Se obtuvieron los siguientes resultados.

**Tabla 9.**

Peso específico y porcentaje de absorción del AG

Canteras	Peso específico	Absorción
“Pacherrez” – Pucalá	2.745 gr/cm <sup>3</sup>	0.80 %
Tres Tomas” – Ferreñafe	2.219 gr/cm <sup>3</sup>	1.63 %
“La Victoria” – Pátapo	2.473 gr/cm <sup>3</sup>	1.03 %

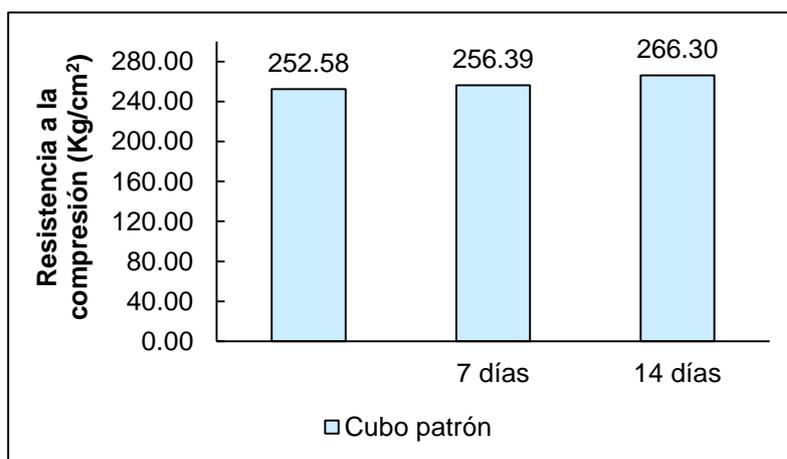
*Nota.* Se detalla el P.E y Absorción del AG de las tres canteras en estudio.

**3.1.2. Ensayos a la CA**

Para la CA fue muy importante determinar la actividad puzolánica, es así que se trabajó considerando las normativas. En este estudio como primer paso se realizó la calcinación del aserrín en un horno a diferentes temperaturas 650°C, 700°C, 750°C y 800°C, teniendo ya las cenizas se procedió a elaborar cubos de concreto de 5cm x 5cm y de esta manera se identificó la óptima temperatura de quemado

**3.1.2.1. Resistencia a la compresión de los cubos de concreto.**

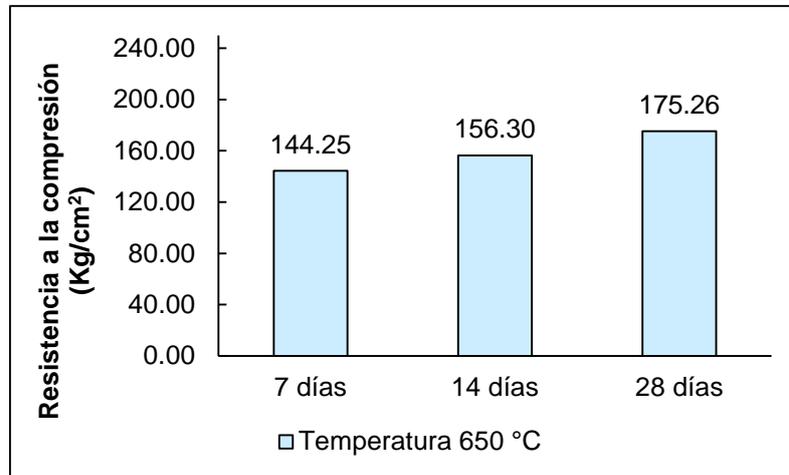
**a. Cubo de concreto patrón**



**Fig. 13.** Resistencia a la compresión de los cubos de concreto patrón

Se obtuvo que a los 7 días un valor de 252.58 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 256.39 Kg/cm<sup>2</sup>, y finalmente 28 días con 266.30 Kg/cm<sup>2</sup>.

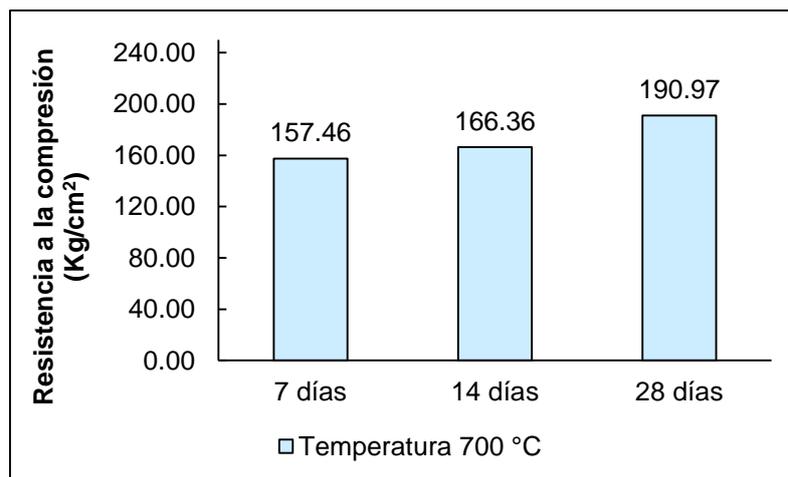
**b. Temperatura 650 °C**



**Fig. 14.** Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con CA - 650 °C

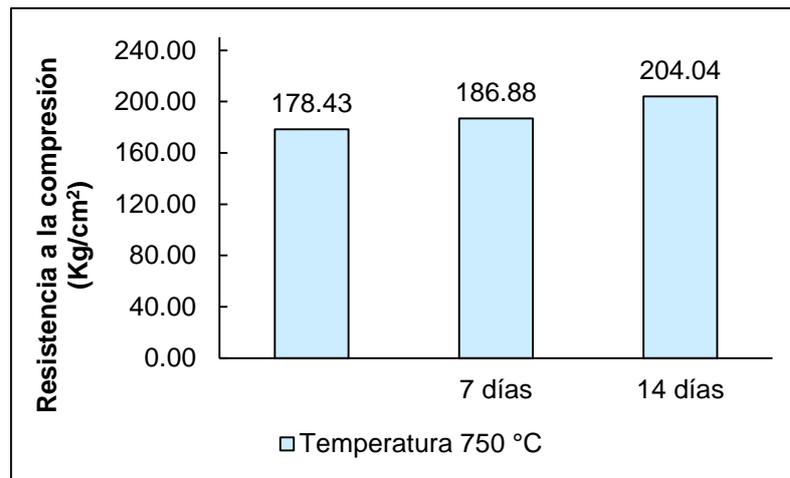
En esta figura se aprecia el concreto a una Temperatura 650 °C, determinando que a los primeros 7 días se tuvo un valor 144.25 Kg/cm<sup>2</sup>, 14 días 156.30 Kg/cm<sup>2</sup>, y finalmente a los 28 días 175.26 Kg/cm<sup>2</sup>.

**c. Temperatura 700 °C**



**Fig. 15.** Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con CA - 700 °C

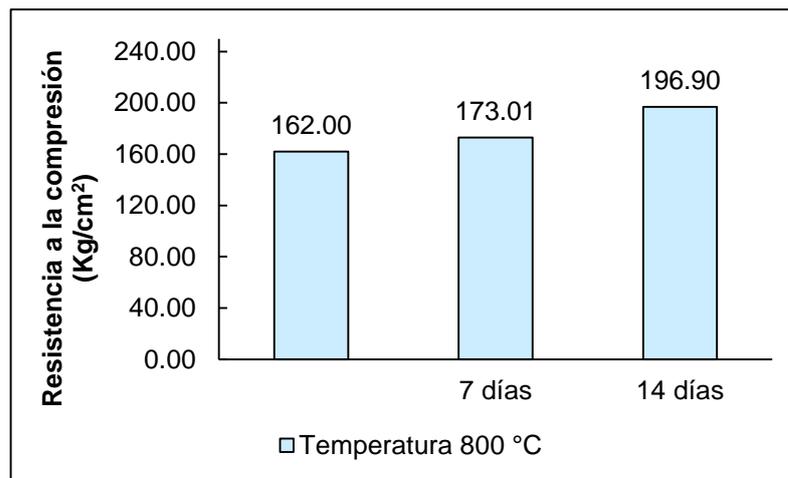
**d. Temperatura 750 °C**



**Fig. 16.** Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con CA - 750 °C

En esta figura se detalla el esfuerzo con CA – Temperatura 750 °C.

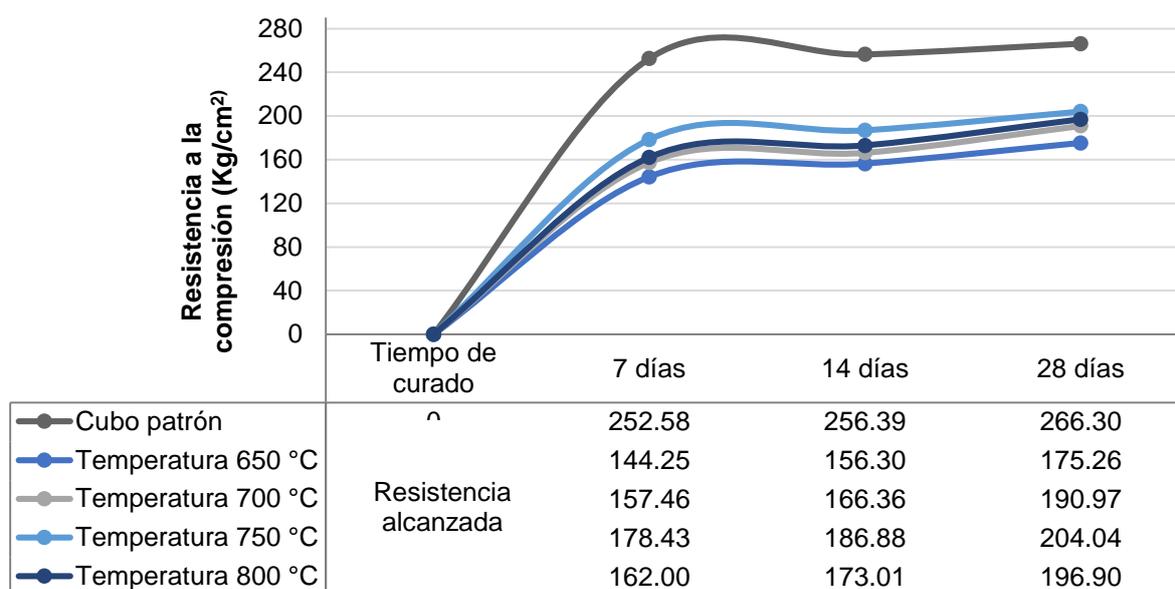
**e. Temperatura 800 °C**



**Fig. 17.** Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con CA - 800 °C

En esta figura se detalla el concreto con CA – Temperatura 800 °C.

f. Resumen de la resistencia a la compresión de los cubos de concreto.



**Fig. 18.** Curva de resistencia a la compresión de los cubos de concreto con las diferentes temperaturas de quemado de CA.

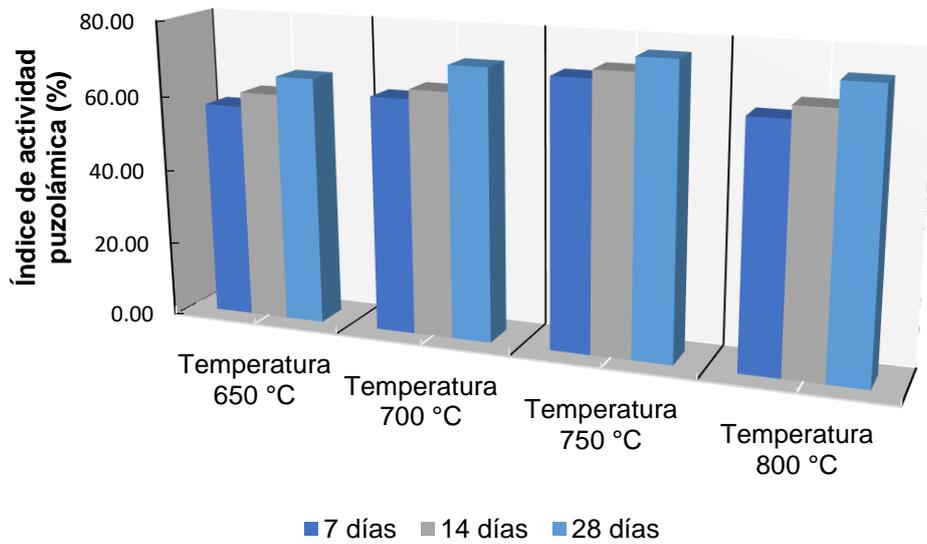
En esta figura se aprecia el concreto con CA a diferentes temperaturas de quemado, es así que se tiene mejores resultados de resistencia con la ceniza quemada a una temperatura de 750 °C.

3.1.2.2. Índice de la actividad puzolánica

**Tabla 10.**

índice de actividad puzolánica

Muestras	Temperatura	Índice de actividad puzolánica (%)		
	°C	7 días	14 días	28 días
Especímenes cúbicos de 5cm con CA	650°C	57.11	60.96	65.81
	700°C	62.34	64.88	71.71
	750°C	70.65	72.89	76.62
	800°C	64.14	67.48	73.94



**Fig. 19.** Índice de actividad puzolámica del concreto con diferentes temperaturas de quemado del aserrín.

Se detalla que se obtuvo un mejor índice de actividad puzolámica a los 28 días con el aserrín que se calcinó a una temperatura de 750 °C.

### 3.1.2.3. Densidad de la CA – Temperatura 750 °C.

**Tabla 11.**

Densidad de la CA

Descripción	Valor	Unidad
Peso de la CA	50.00	gr
Vol. Ini Kerosene	0.00	ml
Vol. Fin Kerosene	23.10	ml
Densidad de la CA	2.165	gr/cm <sup>3</sup>

*Nota.* Densidad de la CA – Temperatura de quemado 750°C

Finalmente, esta propiedad física de la CA da como resultado 2.165 gr/cm<sup>3</sup>.

### 3.1.2.4. Contenido de humedad de la CA – Temperatura 750 °C.

**Tabla 12.**

Contenido de humedad de la CA

Descripción	Valor	Unidad
Masa M. húmeda + recipiente	127.19	gr
Masa M. recibida	96.09	gr
Masa del recipiente	31.10	gr
Masa M s+ recipiente	126.21	gr
Masa de la M s	95.11	gr
Pérdida de masa	0.98	gr
Contenido de Humedad	1.03	%

*Nota.* Contenido de humedad de la CA – Temperatura de quemado 750°C

Finalmente, esta propiedad física de la CA da como resultado 1.03%.

### 3.1.3. Diseño de mezcla del concreto patrón

Para realizar el diseño de mezcla del concreto se empleó el ACI 211 [56].

**Tabla 13.**

Dosificación del CP  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Materiales por m <sup>3</sup>			
Cemento	369	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I – “QUNA”
Agua	259	L	: Agua
Arena	834	Kg/m <sup>3</sup>	: “La Victoria”
Piedra	907	Kg/m <sup>3</sup>	: “Pacherrez”

<b>Dosificación</b>					
	Cemento	Arena	Piedra	Agua	Und.
Peso	1.0	2.26	2.46	29.9	Lts/pie <sup>3</sup>
Volumen	1.0	2.12	2.52	29.9	Lts/pie <sup>3</sup>
Factor de cemento por m <sup>3</sup> de concreto				8.7	bolsas/m <sup>3</sup>
Relación a/c				0.703	

*Nota.* Dosificación de materiales por m<sup>3</sup>.

**Tabla 14.**

Dosificación del concreto patrón f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Cantidad de materiales por m<sup>3</sup></b>					
Cemento	428	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I – “QUNA”		
Agua	257	L	: Agua		
Arena	782	Kg/m <sup>3</sup>	: “La Victoria”		
Piedra	907	Kg/m <sup>3</sup>	: “Pacherrez”		

<b>Dosificación</b>					
	Cemento	Arena	Piedra	Agua	Und.
Peso	1.0	1.83	2.12	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>
Volumen	1.0	1.72	2.17	25.5	Lts/pie <sup>3</sup>
Factor de cemento por m <sup>3</sup> de concreto				10.1	bolsas/m <sup>3</sup>
Relación a/c				0.601	

*Nota.* Dosificación de materiales por m<sup>3</sup>.

En la tabla 16 y tabla 17 se muestra los materiales por m<sup>3</sup> para las resistencias de diseño, es así que el cemento, agua, arena y piedra están representados por cantidades, y la dosificación se presenta tanto en peso como en volumen, para la elaboración del concreto y así evitar inconvenientes posteriores con cantidades equivocadas, de esta manera podremos resolver cada uno de los objetivos planteadas.

### 3.1.4. Diseño de mezcla del concreto experimental f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> y f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> con 5%, 10% y 15% de cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento.

Se empleó el método del ACI 211.

**Tabla 15**

Diseño de mezcla del concreto experimental f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Descripción	Resistencia de diseño f'c =210 kg/cm <sup>2</sup>		
	5%	10%	15%
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	350.6	332.1	313.7
Agua (L)	259	259	259
Arena (Kg/m <sup>3</sup> )	834	834	834
Piedra chancada (Kg/m <sup>3</sup> )	907	907	907
CA (Kg/m <sup>3</sup> )	18.5	36.9	55.4

Nota. F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> al reemplazar cemento por CA.

**Tabla 16**

Diseño de mezcla del concreto experimental f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Descripción	Resistencia de diseño f'c =280 kg/cm <sup>2</sup>		
	5%	10%	15%
Cemento (Kg/m <sup>3</sup> )	406.6	385.2	363.8

Agua (L)	257	257	257
Arena (Kg/m <sup>3</sup> )	782	782	782
Piedra chancada (Kg/m <sup>3</sup> )	907	907	907
CA (Kg/m <sup>3</sup> )	21.4	42.8	64.2

Nota. Insumos empleados al reemplazar cemento por CA –  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

### 3.1.5. Propiedades físicas del concreto patrón y experimental

Este estudio ha evaluado diversas propiedades físicas entre ellas: asentamiento, porcentaje de aire, P. Unitario y temperatura han sido considerados tanto para el concreto convencional como para el modificado con CA.

#### 3.1.5.1. Asentamiento - NTP 399.035 / ASTM C 143

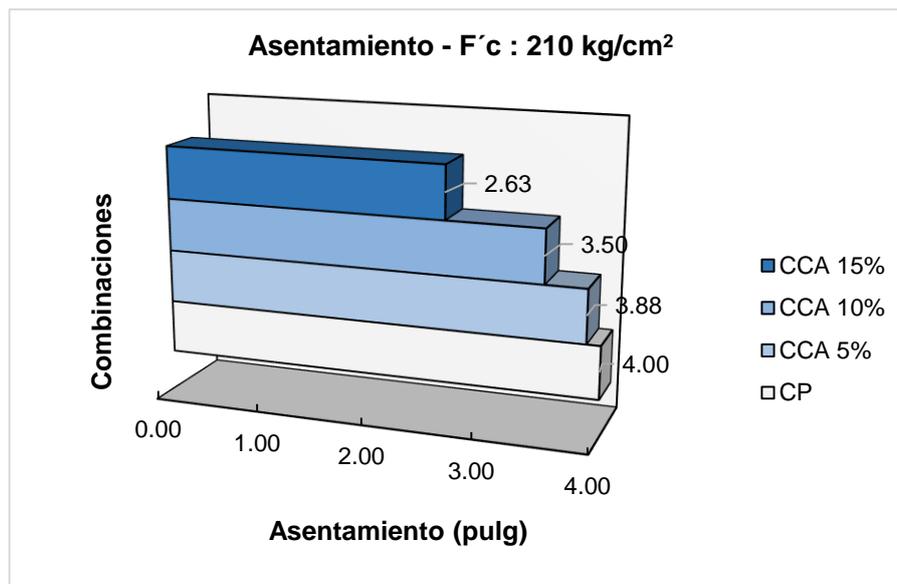
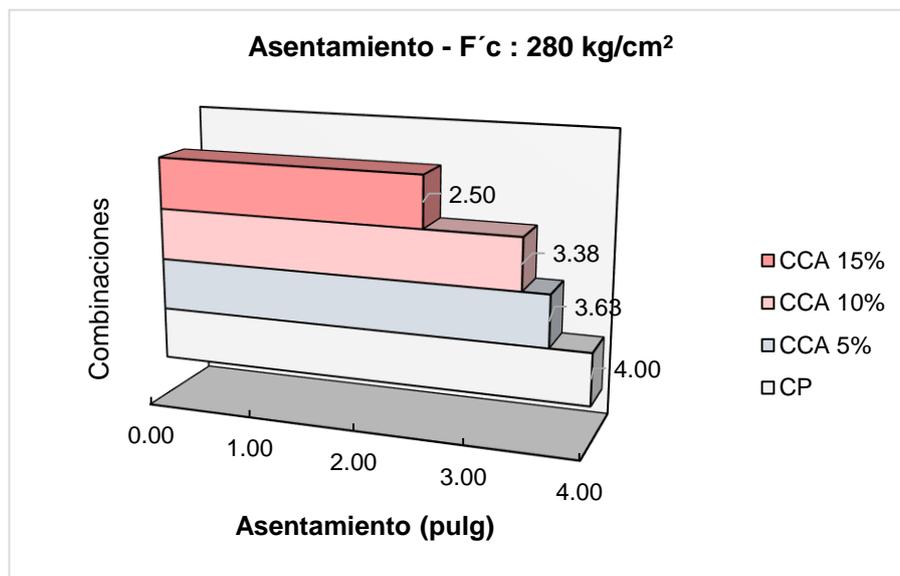


Fig. 20. SLUMP CP -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

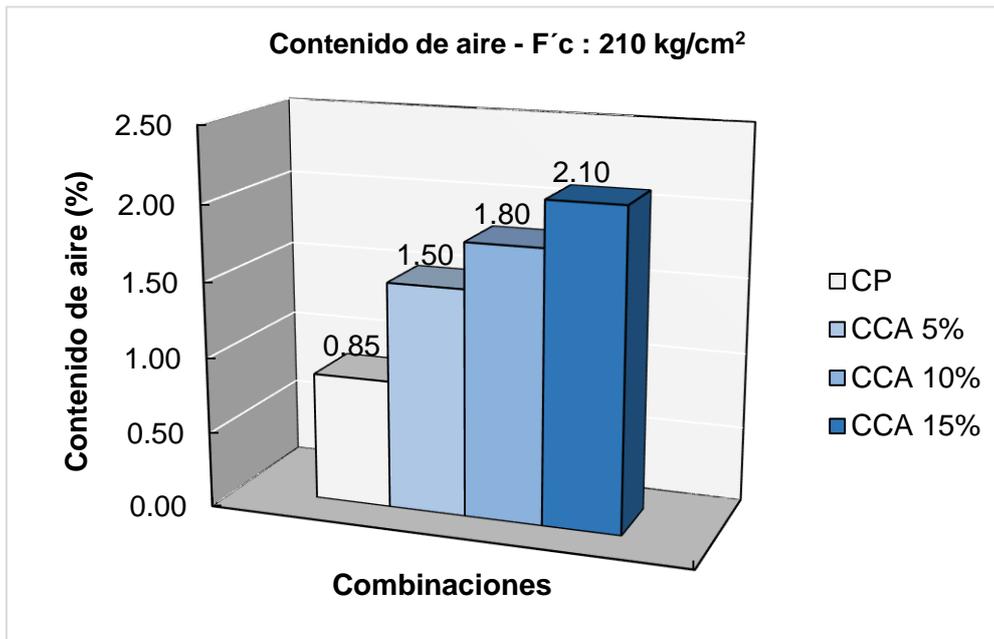
En la figura 20 se aprecia que el asentamiento del concreto va disminuyendo con porcentajes crecientes de CA como sustitución del cemento, es así que el CP obtuvo un SLUMP igual a 4" considerándose trabajable y con una consistencia plástica, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA se obtuvo 3.88", 3.50" y 2.63", en el caso del concreto con 15% de CA se considera que tiene una consistencia poco trabajable, por ende, necesita ayuda para fluir correctamente.



**Fig. 21.** SLUMP CP -  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$

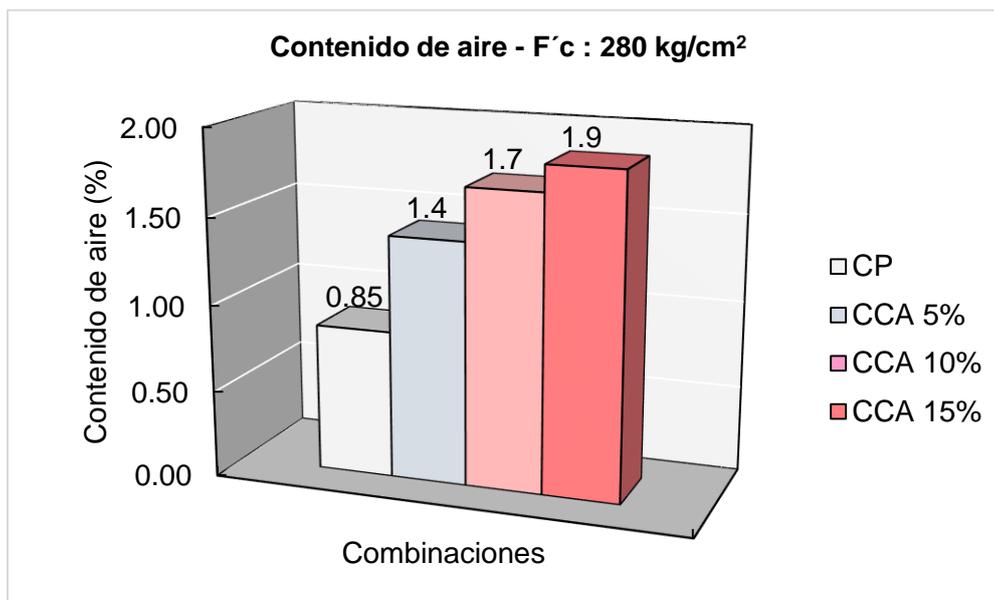
En la figura 21 se aprecia que el asentamiento del concreto va disminuyendo con porcentajes crecientes de CA como sustitución del cemento, es así que el CP obtuvo un SLUMO de 4" considerándose trabajable y con una consistencia plástica, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA se obtuvo 3.63", 3.38" y 2.50", en el caso del concreto con 15% de CA se considera que tiene una consistencia poco trabajable, por ende, necesita ayuda para fluir correctamente.

### 3.1.5.2. Aire atrapado - NTP 339.081 / ASTM C 231



**Fig. 22.** Porcentaje de aire atrapado en el CP -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

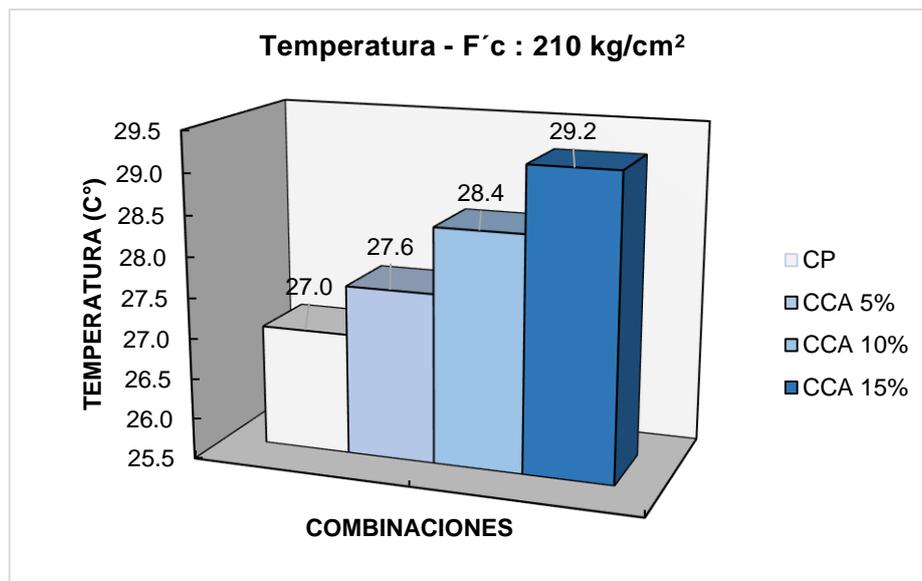
En la figura 22 se aprecia que el CP tiene un valor de 0.85%, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA se obtuvo 1.50%, 1.80% y 2.10% respectivamente, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay un incremento de 76%, 112% y 147% de contenido de aire en referencia al CP.



**Fig. 23.** Porcentaje de aire atrapado en CP -  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

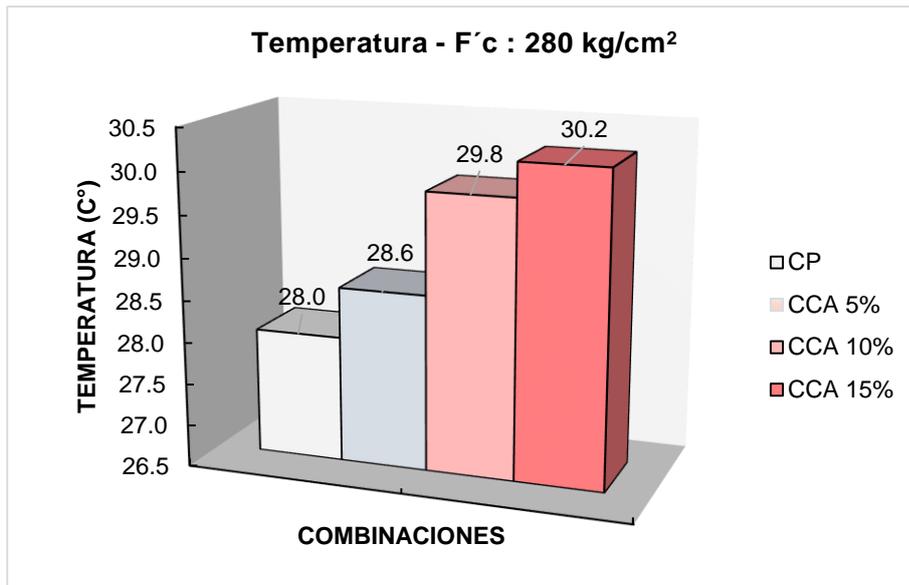
En la figura 23 se aprecia que el CP tiene un valor de 0.85%, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA se obtuvo 1.40%, 1.70% y 1.90% respectivamente, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay un incremento de 65%, 100% y 118% aire atrapado respecto al CP.

### 3.1.5.3. Temperatura - NTP 339.184 / ASTM C 1064



**Fig. 24.** Temperatura del CP -  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

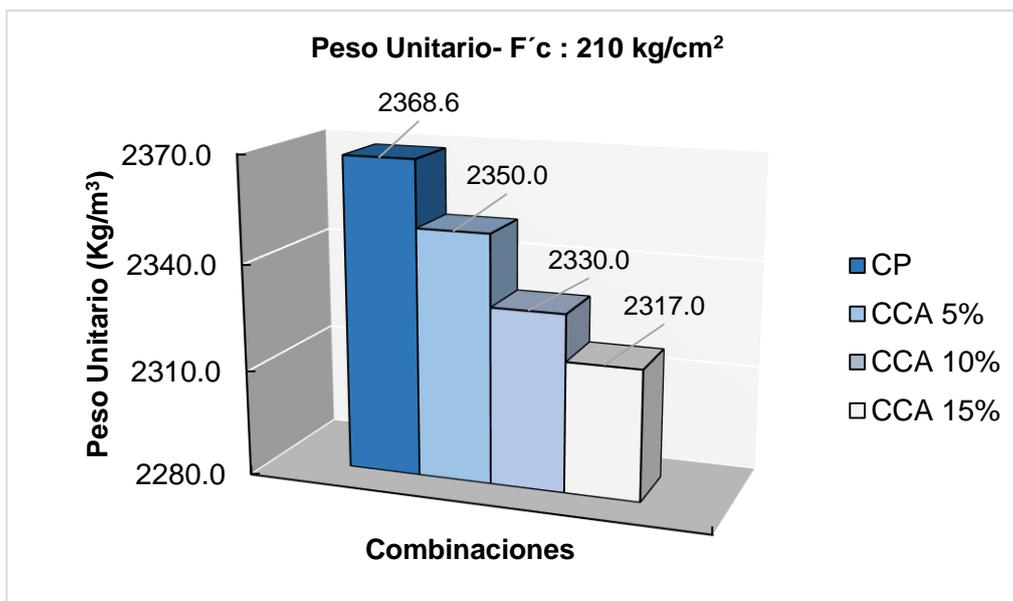
En la figura 24 se aprecia que la temperatura del concreto va aumentando directamente con porcentajes crecientes con la variable CA es así que el CP de 27 °C, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA se obtuvo 27.6°C, 28.4°C y 29.2°C respectivamente, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay un incremento de 2%, 5% y 8% de temperatura en referencia al concreto patrón. Además, según la RNE E0.60, indica que la temperatura del concreto es menor a 32 °C.



**Fig. 25.** Temperatura del CP - f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>

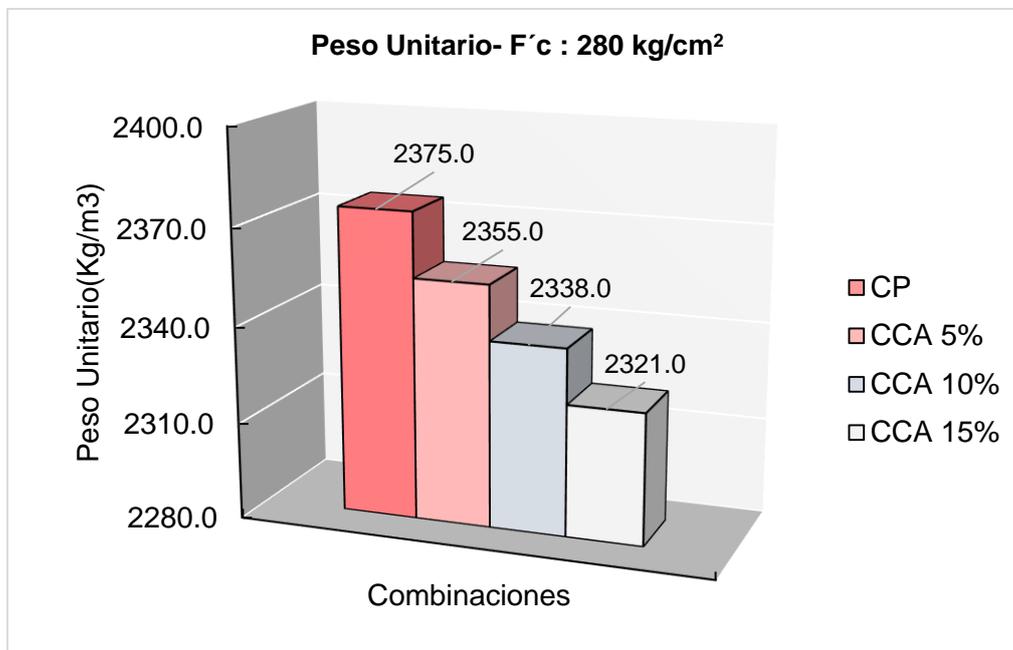
En la figura 25 se aprecia que la temperatura del concreto va aumentando directamente con porcentajes crecientes de CA, a su vez el CP obtuvo una temperatura de 28 °C, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA se obtuvo 28.6°C, 29.8°C y 30.2°C respectivamente, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay un incremento de 6%, 10% y 12% de temperatura respecto al CP.

#### 3.1.5.4. Peso unitario - NTP 339.046 / ASTM C 138



**Fig. 26.** P.U del concreto patrón y experimental - f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

En la figura 26 el CP tiene un P.U de 2368.6 kg/m<sup>3</sup>, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA con 2350.0 kg/m<sup>3</sup>,2330.0 kg/m<sup>3</sup>,2317.0 kg/m<sup>3</sup>, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay una disminución de 0.8%, 1.6% y 2.2% de P.U.

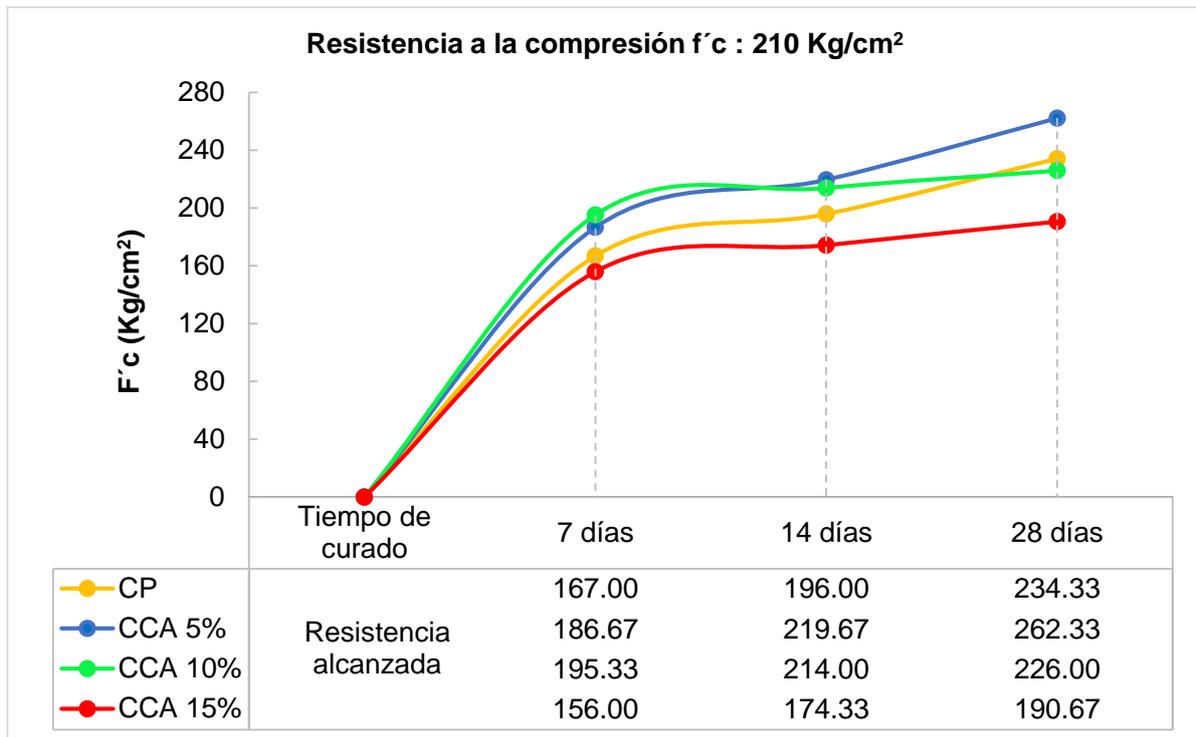


**Fig. 27.** P.U del concreto patrón y experimental - f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>

En la figura 27 se detalla que el P.U del concreto va disminuyendo con porcentajes crecientes de CA, por lo que el CP tiene un P.U de 2375.0 kg/m<sup>3</sup>, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA tiene 2355.0 kg/m<sup>3</sup>,2338.0 kg/m<sup>3</sup>,2321.0 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay una disminución de 0.6%, 1.3% y 2.0% de P.U.

### 3.1.6. Propiedades mecánicas del concreto patrón y experimental

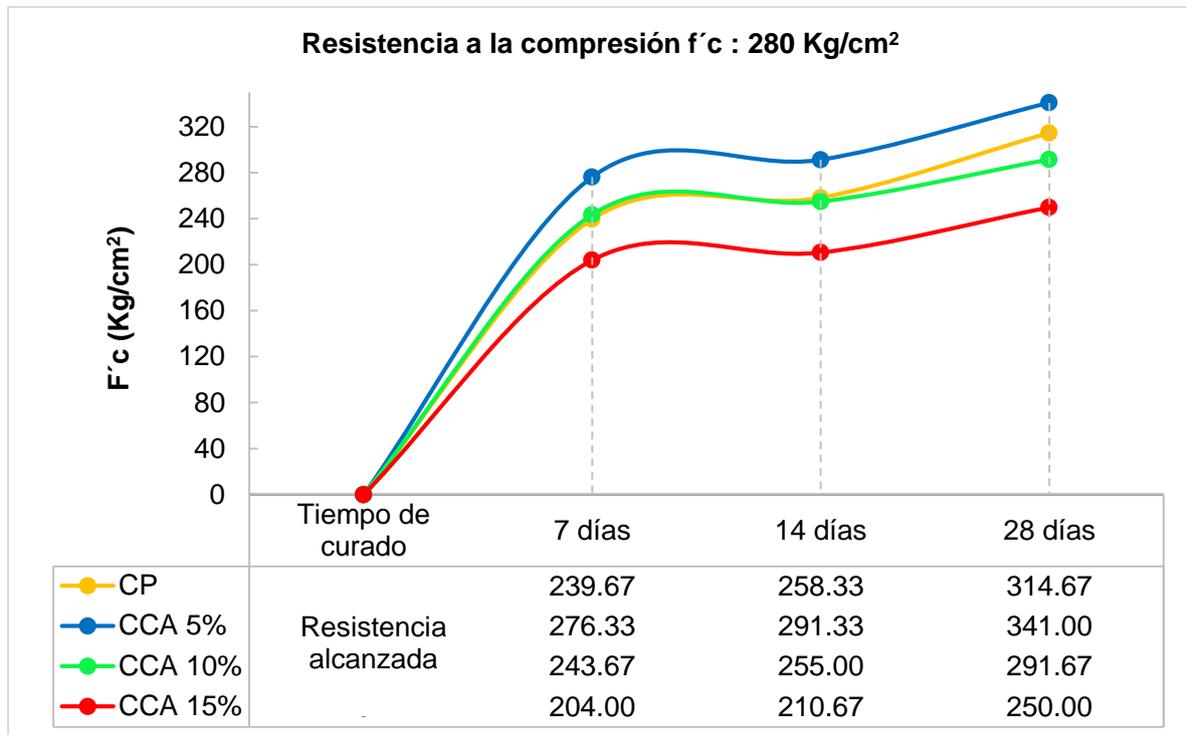
### 3.1.6.1. Resistencia a la compresión - NTP 399.034 / ASTM C39



**Fig. 28.** Resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental -  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

En la figura 28 se aprecia que el 5% de CA tuvo un mejor desempeño al llegar a tener 262.33 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que supera al CP pues éste solo alcanzó 234.33 kg/cm<sup>2</sup>, a su vez el concreto con 10% y 15% de CA tuvo una menor resistencia obteniendo valores de 226.00 kg/cm<sup>2</sup> y 190.67 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% de CA aumentó 12% de resistencia en referencia al CP, y

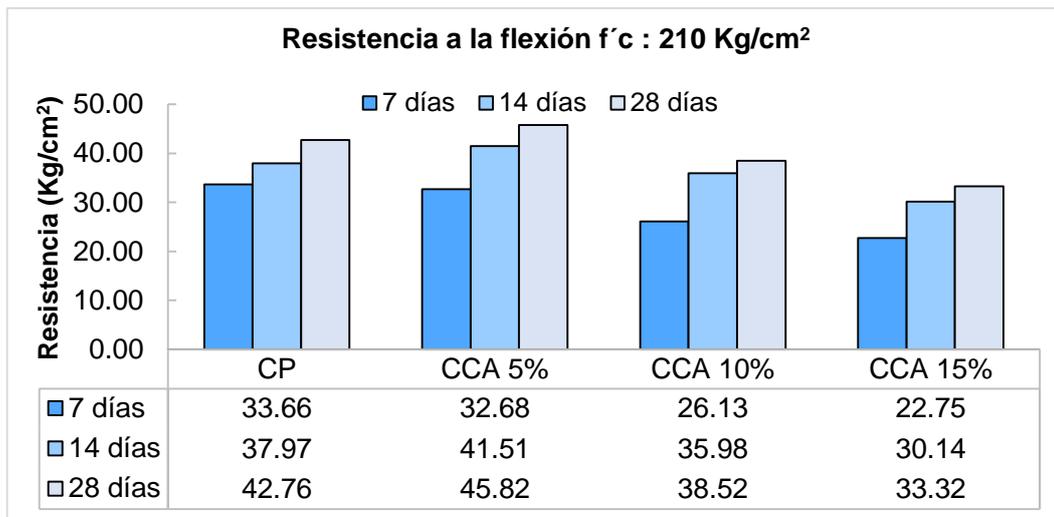
con 10% y 15% de CA tuvo una disminución de 4% y 19%. De esta manera el porcentaje ideal de reemplazo de cemento por CA es del 5%.



**Fig. 29.** Resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental -  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

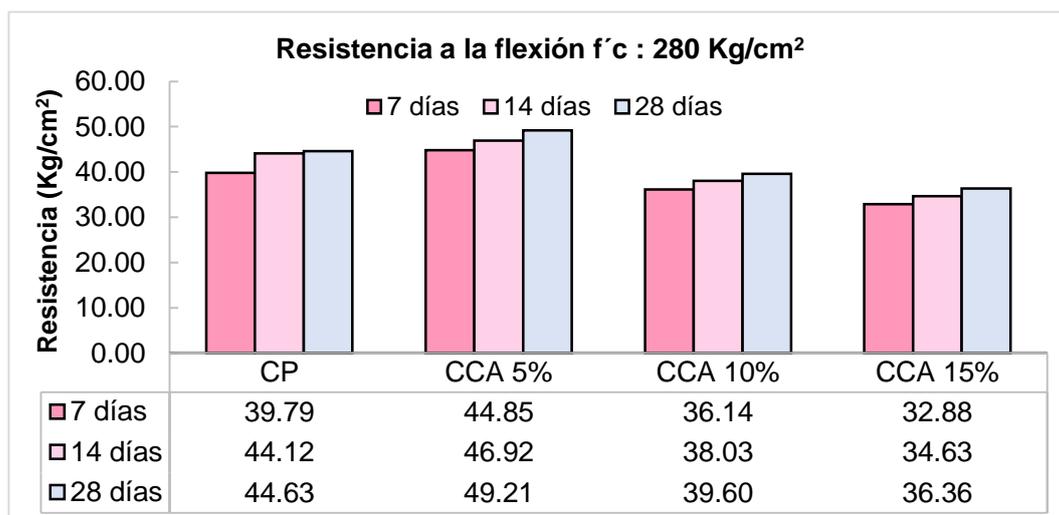
En la figura 29 se aprecia que el 5% de CA alcanzó el 341.00 kg/cm<sup>2</sup>, superando al CP pues éste solo alcanzó 314.67 kg/cm<sup>2</sup>, a su vez el concreto con 10% y 15% de CA tuvo una menor resistencia obteniendo valores de 291.67 kg/cm<sup>2</sup> y 250.00 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% de CA aumentó 8% de resistencia en referencia al CP, y con 10% y 15% de CA tuvo una disminución de 7% y 21% respectivamente. Siendo el 5% de CA el que tuvo un mejor desempeño.

### 3.1.6.2. Resistencia a la flexión - NTP 339.078 / ASTM C 78



**Fig. 30.** Resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental -  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

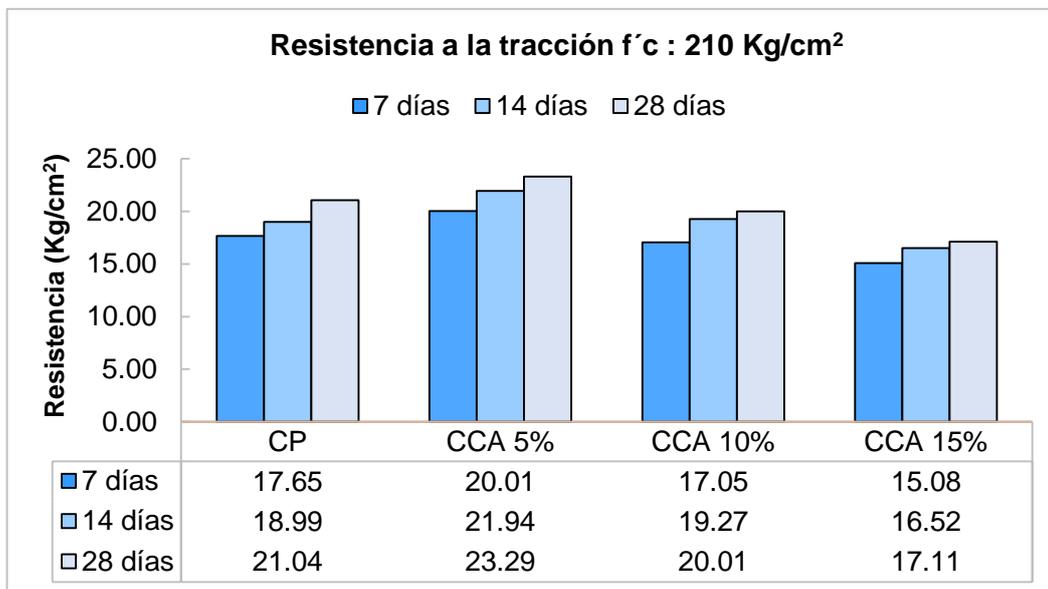
En la figura 30 se aprecia que el 5% de CA obtuvo 45.82 kg/cm<sup>2</sup>, siendo superior que la del CP pues éste solo alcanzó 42.76 kg/cm<sup>2</sup>, a su vez el concreto con 10% y 15% de CA tuvo una menor resistencia de 38.52 kg/cm<sup>2</sup> y 33.32 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% de CA aumentó 7% de resistencia en referencia al CP, y con 10% y 15% de CA tuvo una disminución de 10% y 22% respectivamente. De esta manera el porcentaje que obtuvo mejores resultados es del 5% de CA.



**Fig. 31.** Resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental -  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

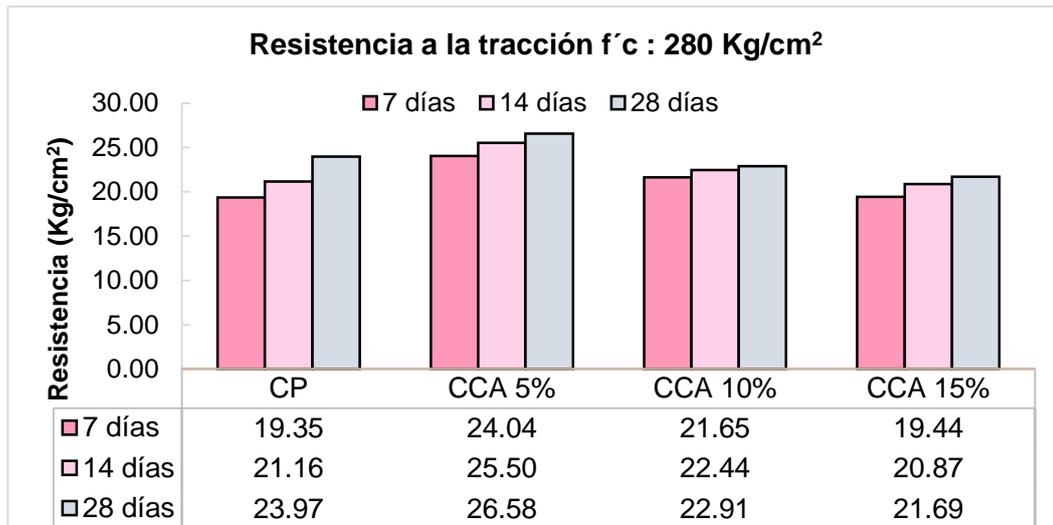
En la figura 31 se aprecia que con 5% de CA alcanzó 49.21 kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la del CP pues éste solo alcanzó 44.63 kg/cm<sup>2</sup>, a su vez el concreto con 10% y 15% de CA tuvo una menor de resistencia de 39.60 kg/cm<sup>2</sup> y 36.36 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% de CA aumentó 10% de resistencia en referencia al CP, y con 10% y 15% de CA tuvo una disminución de 11% y 19% respectivamente. De esta manera el porcentaje que obtuvo mejores resultados es del 5% de CA.

### 3.1.6.3. Resistencia a la tracción - NTP 400.084 / ASTM C 496



**Fig. 32.** Resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental -  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

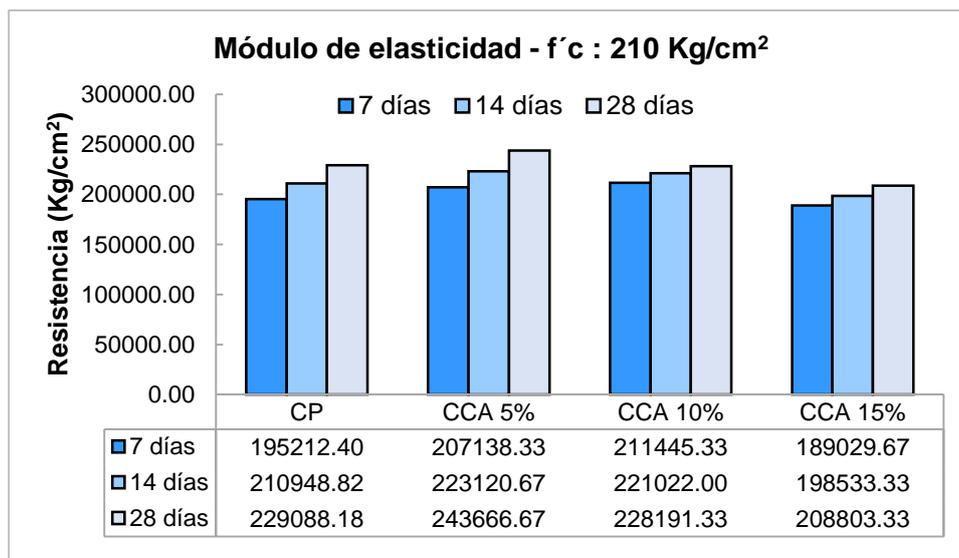
En la figura 32 se aprecia que el 5% de CA alcanzó 23.29 kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la del CP pues éste solo alcanzó 21.04 kg/cm<sup>2</sup>, a su vez el concreto con 10% y 15% de CA tuvo una menor resistencia de 20.01 kg/cm<sup>2</sup> y 17.11 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% de CA aumentó 11% de resistencia en referencia al CP, y con 10% y 15% de CA tuvo una disminución de 5% y 19% respectivamente. De esta manera el porcentaje que obtuvo un mejor desempeño es del 5% de CA.



**Fig. 33.** Resistencia a la flexión del concreto patrón y experimental -  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

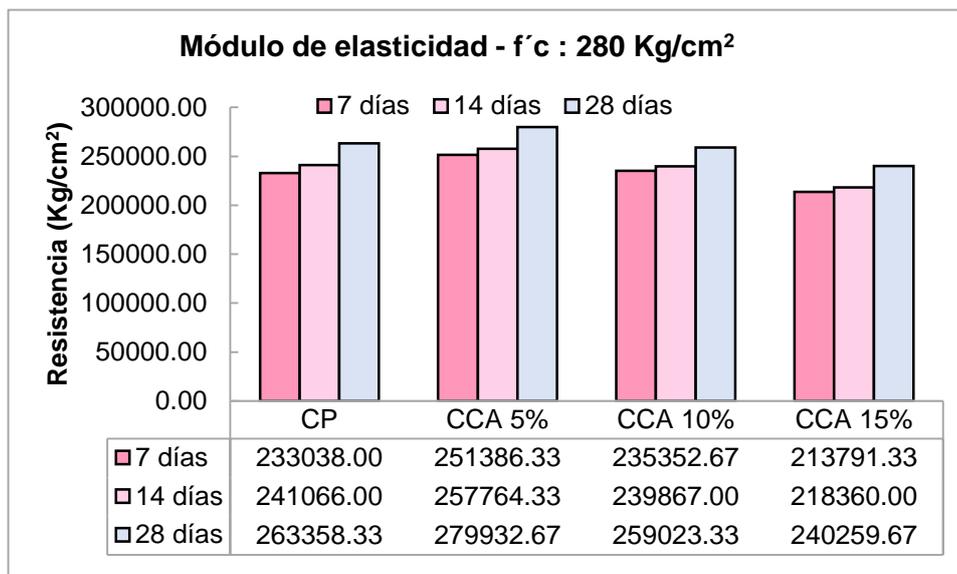
En la figura 33 se aprecia que el 5% de CA alcanzó 26.58 kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la del CP pues éste solo alcanzó 23.97 kg/cm<sup>2</sup>, a su vez el concreto con 10% y 15% de CA tuvo una menor resistencia obteniendo valores de 22.91 kg/cm<sup>2</sup> y 21.69 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% de CA aumentó 11% de resistencia en referencia al CP, y con 10% y 15% de CA tuvo una disminución de 4% y 10%. De esta manera el porcentaje que obtuvo un mejor desempeño es del 5% de CA.

#### 3.1.6.4. Módulo de elasticidad - ASTM C 469



**Fig. 34.** Módulo de elasticidad del concreto patrón y experimental -  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

En la figura 34 se aprecia que el 5% de CA obtuvo un valor de 243666.67kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la del CP pues éste solo alcanzó 229088.18 kg/cm<sup>2</sup>, a su vez el concreto con 10% y 15% de ceniza de aserrín tuvo una menor resistencia obteniendo valores de 228191.33 kg/cm<sup>2</sup> y 208803.33 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% de CA aumentó 6.36% de resistencia en referencia al CP, y con 10% y 15% de CA tuvo una disminución de 0.39% y 8.85% respectivamente. Siendo el 5% de CA donde se vio un mejor desempeño.

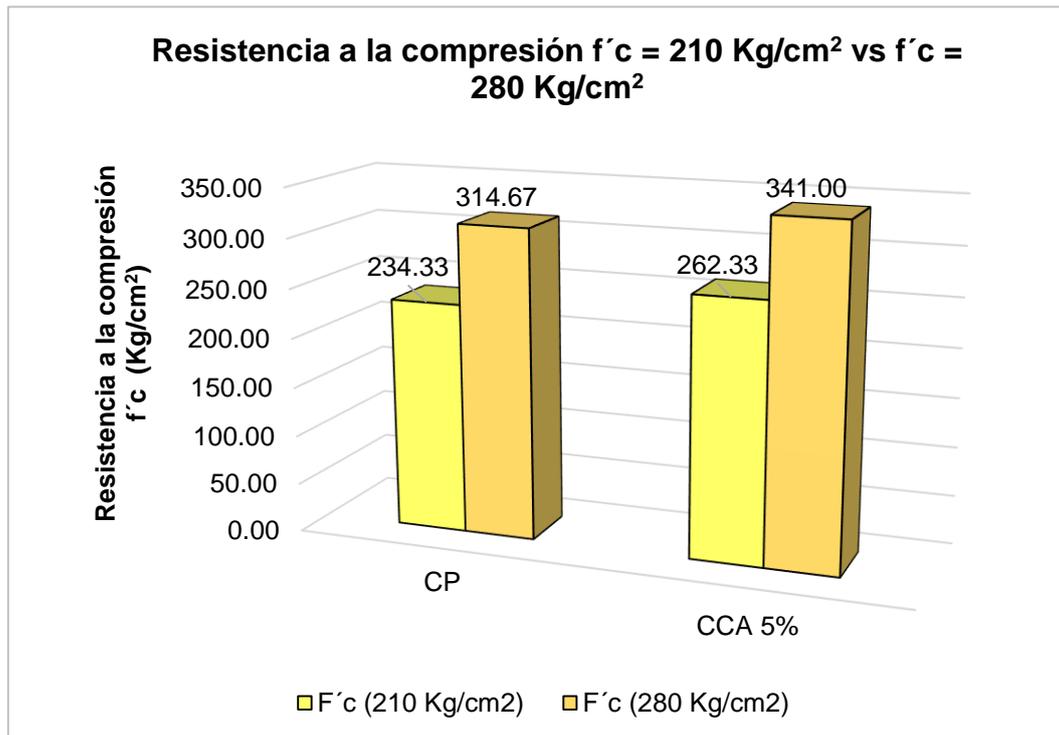


**Fig. 35.** Módulo de elasticidad del concreto patrón y experimental - f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>

En la figura 35 se aprecia que el 5% de ceniza de aserrín obtuvo un valor de 279932.67 kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la del CP pues éste solo alcanzó 263358.33 kg/cm<sup>2</sup>, a su vez el concreto con 10% y 15% de ceniza de aserrín tuvo una disminución de resistencia obteniendo valores de 259023.33 kg/cm<sup>2</sup> y 240259.67 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, con 5% de CA aumentó 6.29% de resistencia en referencia al CP, y con 10% y 15% de CA tuvo una disminución de 1.65% y 8.77% respectivamente. Siendo el 5% el que tuvo un mejor desempeño.

### 3.1.7. Porcentaje óptimo de sustitución de cemento por CA.

Se determinó el porcentaje con mejor desempeño en reemplazo de cemento por CA, se realizó considerando el esfuerzo a la compresión para ambas resistencias de diseño, cabe resaltar que anteriormente se estableció que el ideal porcentaje de sustitución es el 5%, en consecuencia, se tiene lo siguiente.



**Fig. 36.** Resistencia a la compresión  $f'_c$  210  $\text{Kg/cm}^2$  vs. 280  $\text{Kg/cm}^2$

En la figura 36, se demostró que en cuanto a la capacidad de compresión del CP en comparación con el CCA5% aumentó de 234.33  $\text{Kg/cm}^2$  a 262.33  $\text{Kg/cm}^2$  aumentó hasta de un 12%, en cuanto a la compresión  $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  del CP comparación con el CCA5% aumentó de 314.67  $\text{Kg/cm}^2$  a 341.00  $\text{Kg/cm}^2$  con un aumento hasta del 8%. De esta manera al ser comparada ambas resistencias se demuestra que el óptimo de ceniza de aserrín es del 5% y en cuanto a las resistencias es la de 210  $\text{Kg/cm}^2$ . Teniendo como porcentaje ideal CCA5%-  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

### 3.1.8. Porcentaje óptimo de las propiedades mecánicas de rotura del concreto con CA.

Se realizaron los siguientes ensayos.

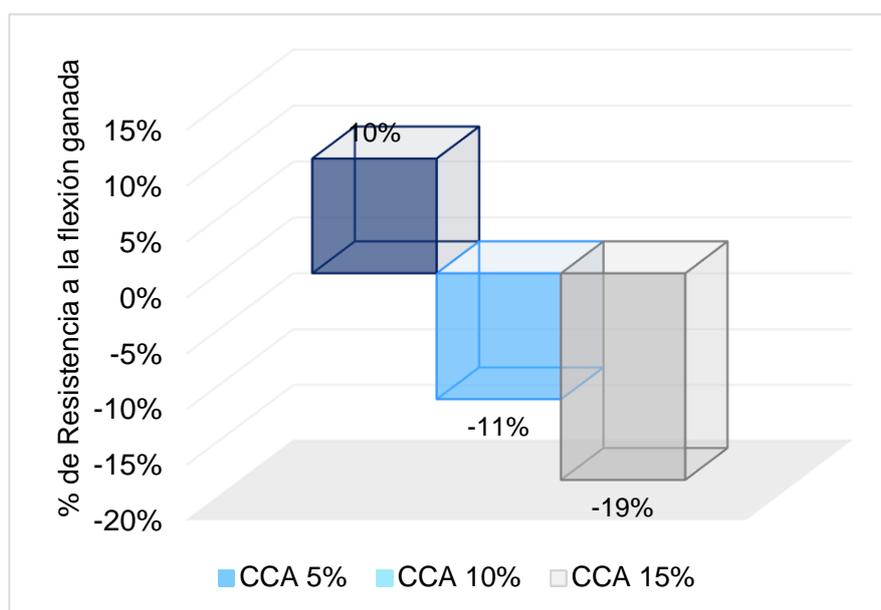
#### - R. Flexión:

**Tabla 17.**

Porcentaje de ganancia de resistencia a la flexión con CA –  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

	Resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Ganancia en referencia al CP
	28 días	
CP	42.76	-----
<b>CCA 5%</b>	<b>45.82</b>	<b>+ 7%</b>
CCA 10%	38.52	- 10%
CCA 15%	33.32	- 22%

*Nota.* Se detalla el % de ganancia del concreto con CA al CP.



**Fig. 37.** % de resistencia a la flexión ganada -  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

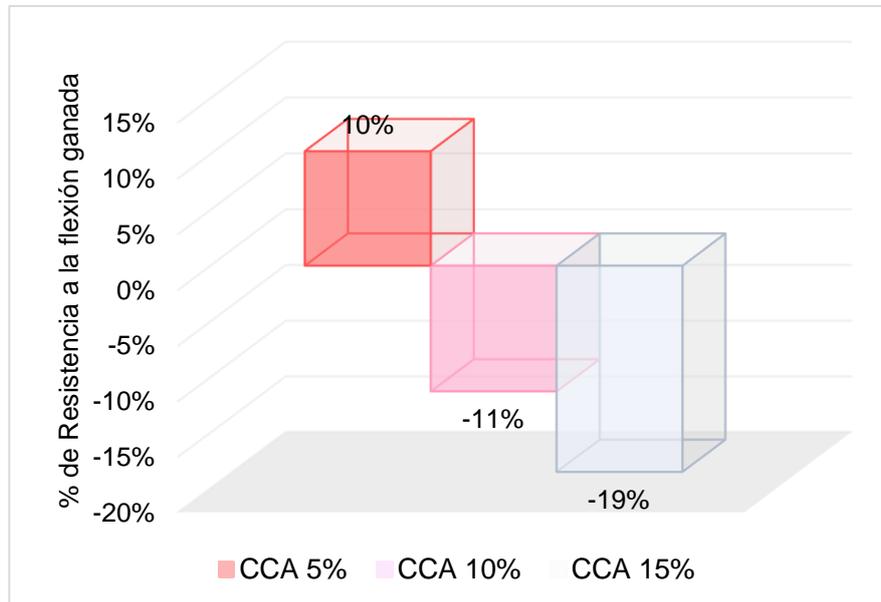
En la figura 37 con 5% de CA el concreto tuvo una ganancia de resistencia del 7%, sin embargo, con 10% y 15% de CA, pues estos sufrieron una disminución de resistencia del -10% y -22% respectivamente, de esta manera el óptimo porcentaje es del 5%.

**Tabla 18.**

Porcentaje de ganancia de resistencia a la flexión con CA –  $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ .

	Resistencia a la flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	% Ganancia en referencia al CP
	28 días	
CP	44.63	---
<b>CCA 5%</b>	<b>49.21</b>	<b>+ 10%</b>
CCA 10%	39.60	- 11%
CCA 15%	36.36	- 19%

*Nota.* Se detalla el % de ganancia del concreto con CA al CP.



**Fig. 38.** % de resistencia a la flexión ganada -  $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

En la figura 38 con 5% de CA el concreto tuvo una ganancia de resistencia del 10%, sin embargo, con 10% y 15% de CA, pues estos sufrieron una disminución de resistencia del -11% y -19% respectivamente, de esta manera el óptimo porcentaje el 5% de CCA.

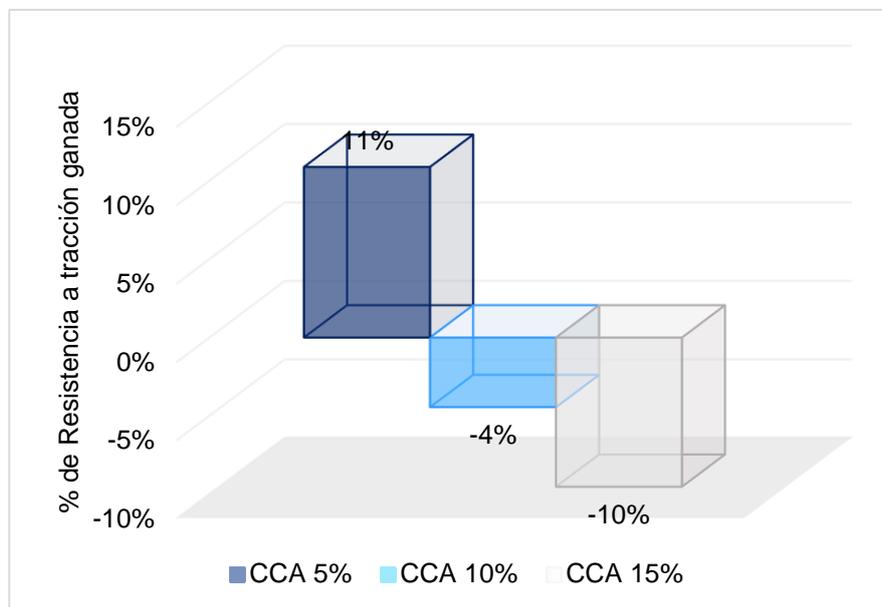
- **R. Tracción:**

**Tabla 19.**

Porcentaje de ganancia de resistencia a la tracción con CA –  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

	<b>Resistencia a la tracción (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>% Ganancia en referencia al CP</b>
	<b>28 días</b>	
CP	21.04	---
<b>CCA 5%</b>	<b>23.29</b>	<b>+ 11%</b>
CCA 10%	20.01	- 5%
CCA 15%	17.11	-1 9%

*Nota.* Se detalla el % de ganancia del concreto con CA al CP



**Fig. 39.** % de resistencia a la tracción ganada -  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

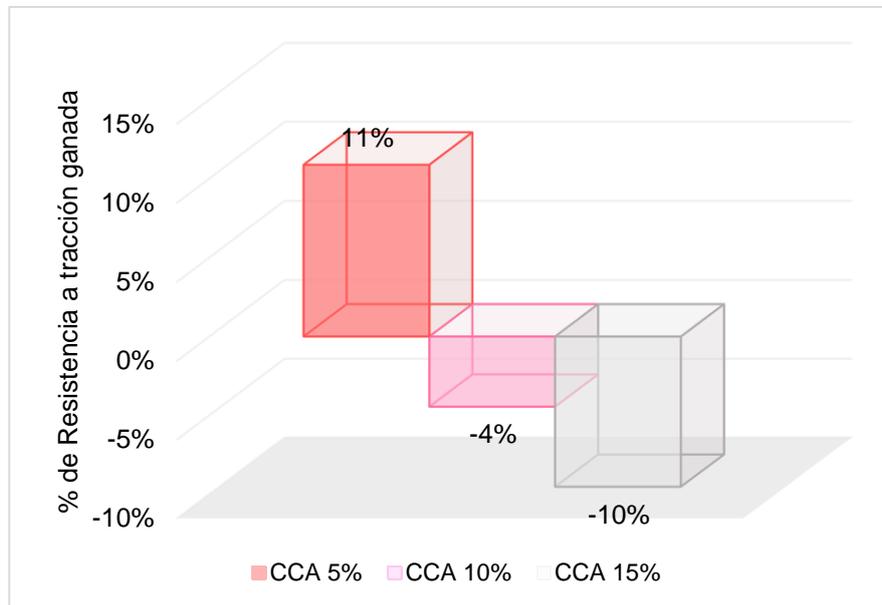
En la figura 39 con 5% de CA el concreto tuvo una ganancia de resistencia del 11%, sin embargo, con 10% y 15% de CA, pues estos sufrieron una disminución de resistencia del -5% y -19% respectivamente, de esta manera el óptimo porcentaje el CCA5%.

**Tabla 20.**

Porcentaje de ganancia de resistencia a la tracción con CA –  $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ .

	<u>Resistencia a la tracción (Kg/cm<sup>2</sup>)</u>	<u>% Ganancia en referencia al CP</u>
	<b>28 días</b>	
CP	23.97	---
<b>CCA 5%</b>	<b>26.58</b>	<b>+ 11%</b>
CCA 10%	22.91	- 4%
CCA 15%	21.69	- 10%

*Nota.* Se detalla el % de ganancia del concreto con CA en referencia al CP



**Fig. 40.** % de resistencia a la tracción ganada -  $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

En la figura 40 con 5% de CA el concreto tuvo una ganancia de resistencia del 11%, sin embargo, con 10% y 15% de CA, pues estos sufrieron una disminución de resistencia del -4% y -10% respectivamente, de esta manera el óptimo porcentaje es el CCA5%.

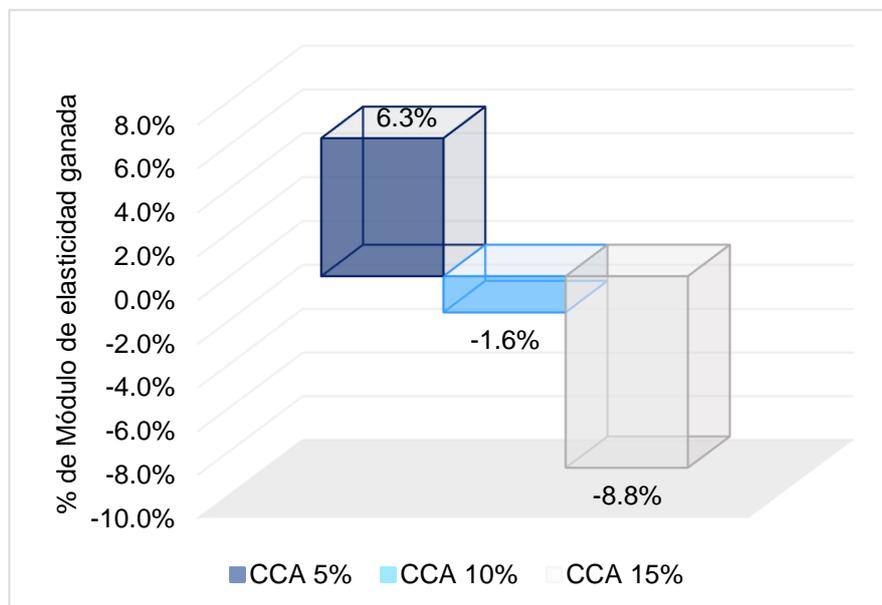
- **Módulo de elasticidad**

**Tabla 21.**

Porcentaje de ganancia módulo de elasticidad con CA –  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

	<b>Módulo de elasticidad (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>% Ganancia en referencia al CP</b>
	<b>28 días</b>	
CP	229088.18	-
<b>CCA 5%</b>	<b>243666.67</b>	<b>+ 6.4%</b>
CCA 10%	228191.33	-0.4%
CCA 15%	208803.33	- 8.9%

*Nota.* Se detalla el % de ganancia del concreto con CA en referencia al CP



**Fig. 41.** % de módulo de elasticidad ganada -  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

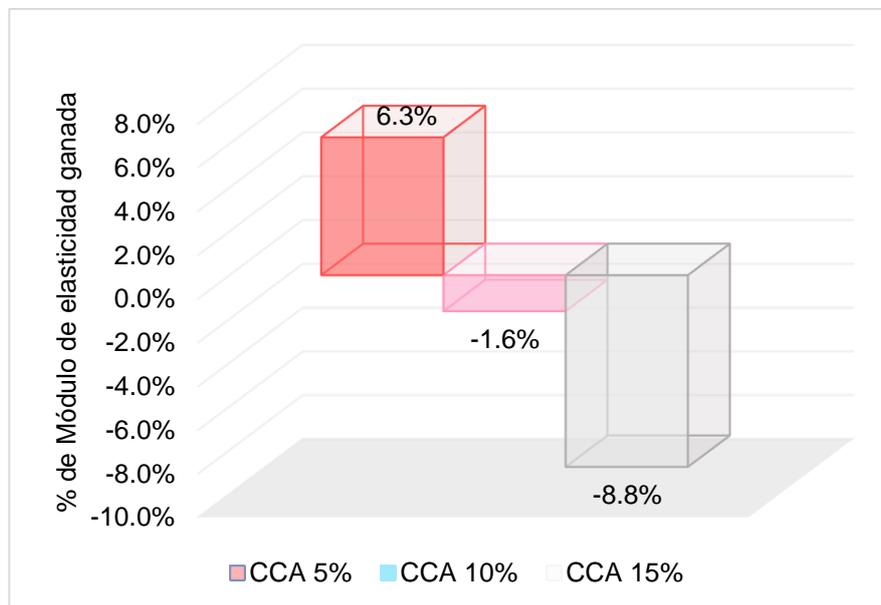
En la figura 42 con 5% de CA tuvo una ganancia de módulo de elasticidad del 6.4%, sin embargo, con 10% y 15% de CA, pues estos sufrieron un efecto negativo de ME del -0.4% y -8.9% respectivamente, de esta manera el óptimo porcentaje es el CCA5%.

**Tabla 22.**

Porcentaje de ganancia módulo de elasticidad con CA –  $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ .

	<b>Módulo de elasticidad (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>% Ganancia en referencia al CP</b>
	<b>28 días</b>	
CP	263358.33	---
<b>CCA 5%</b>	<b>279932.67</b>	<b>+ 6.3%</b>
CCA 10%	259023.33	-1.6%
CCA 15%	240259.67	-8.8%

*Nota.* Se detalla el % de ganancia del concreto con CA en referencia al CP



**Fig. 42.** % de módulo de elasticidad ganada -  $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

### 3.2. Discusiones

**Respecto al OE1,** Se realizaron los diseños para un  $210 \text{ kg/cm}^2$   $280 \text{ kg/cm}^2$  recomendado por el ACI 211, los materiales fueron distribuidos como se observó en la sección de resultados del presente trabajo, Sin embargo, concordando con Meko & Ighalo [3], pues también utilizaron el método ACI en base a los datos recopilados, y diseñó una mezcla básica que contenga únicamente cemento como aglomerante e incorporar posteriormente CA en el porcentaje requerido para producir lotes finales ajustando las cantidades de material por unidad de volumen, a su vez se muestra un acuerdo con Hamid & Rafiq [12], debido a que prepararon una mezcla control con a/c de 0.50, además la mezcla de concreto lo prepararon en diferentes cantidades de cenizas de aserrín en volumen reemplazando el cemento por la misma relación agua/cemento de 0.50, de igual manera James & Daniel [7], en su concreto patrón y con reemplazos de 5%, 10% y 15% trabajó con a/c de 0.50, y con Ikponmwoşa et al [5], pues en su estudio la ceniza de aserrín (SDA) reemplazó al cemento Portland (PC) considerando una relación agua a ligante de 0.50, así también Nalewajko [57], precisó que la cantidad de componentes por  $\text{m}^3$  debe calcularse en base a la cantidad de componentes por serie, es decir considerando la mezcla control y experimental. Por su parte Raheem & Ige [11] al igual que en esta investigación sustituyó diferentes porcentajes en peso del Clinker de cemento ordinario por ceniza de aserrín durante el proceso de fabricación.

**Respecto al OE2,** en cuanto al SLUMP con el diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$ , el CP obtuvo un alcanzó 4" considerándose trabajable y con una consistencia plástica, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA se obtuvo 3.88", 3.50" y 2.63", en el caso del concreto con 15% de CA se considera que es poco trabajable, por ende, necesita ayuda para fluir correctamente. Caso similar el concreto de resistencia  $280 \text{ Kg/cm}^2$ , el CP tuvo un SLUMP de 4", y con 5%, 10% y 15% de CA se obtuvo 3.63", 3.38" y 2.50", es así que se demuestra que con mayor presencia de CA el asentamiento disminuye, esto concuerda con Ikponmwoşa et al [5], pues el asentamiento de las mezclas que incorporan CA como reemplazo del cemento originan una mezcla poco trabajable, esto se atribuyó a la incorporación de CA con mayor tamaño de

partícula en las mezclas, estas observaciones se correlacionan fuertemente con otros estudios donde se ha informado que la incorporación de CA influye desfavorablemente la trabajabilidad de las mezclas a base de cemento, por su parte existe un acuerdo con Meko & Ighalo [3], debido a que la trabajabilidad se pierde, demostró que el asentamiento disminuyó ligeramente con el aumento del contenido de CA, a su vez Auta et al [6], mostró la variación de los valores de asentamiento donde este disminuye al aumentar el porcentaje de reemplazo de cemento con CA; esto se debe a la gran demanda de agua con el incremento del contenido de cenizas, lo que conduce a una baja trabajabilidad. De manera similar Fapohunda et al [1], detalló que la mezcla se vuelve menos trabajable, convirtiéndose en mezclas ásperas con un mayor contenido de CA y, por lo tanto, requiere un mayor contenido de agua para mantener su trabajabilidad. Caso contrario no concuerda con James & Daniel [7], debido a que mostraron que el concreto trabajable recién mezclado aumenta con el aumento de CA, es decir el valor de asentamiento aumenta con el aumento de cenizas de aserrín cuando la mezcla.

El porcentaje de aire del concreto de resistencia  $210 \text{ kg/cm}^2$ , va aumentando directamente con porcentajes crecientes de CA, determinando que se tienen valores de 0.85%, y con 5%, 10% y 15% de CA 1.50%, 1.80% y 2.10% respectivamente, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay un incremento de 76%, 112% y 147% respecto al CP. Caso similar el concreto de resistencia  $280 \text{ Kg/cm}^2$ , pues el CP obtuvo valores de 0.85%, y con 5%, 10% y 15% de CA 1.40%, 1.70% y 1.90%, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay un incremento de 65%, 100% y 118% de contenido de aire en referencia al CP.

La temperatura del diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$  condujo a un aumento directo con porcentajes crecientes de CA como reemplazo del cemento, es así que el CP alcanzó  $27^\circ\text{C}$ , a su vez con 5%, 10% y 15% de CA se obtuvo  $27.6^\circ\text{C}$ ,  $28.4^\circ\text{C}$  y  $29.2^\circ\text{C}$  respectivamente, aumentando 2%, 5% y 8% de temperatura en referencia al CP. El CP de resistencia  $280 \text{ kg/cm}^2$  obtuvo una temperatura de  $28^\circ\text{C}$ , y con 5%, 10% y 15% de CA  $28.6^\circ\text{C}$ ,  $29.8^\circ\text{C}$  y  $30.2^\circ\text{C}$  respectivamente,

aumentando 6%, 10% y 12% de temperatura en referencia al CP. Cabe resaltar que todas las muestras cumplen con lo establecido en la NTE E0.60 [58], pues la temperatura del concreto es menor a 32 °C.

El Peso Unitario del CP de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> fue de 2368.6 kg/m<sup>3</sup>, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA tuvo 2350.0 kg/m<sup>3</sup>, 2330.0 kg/m<sup>3</sup>, 2317.0 kg/m<sup>3</sup>, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay una disminución de 0.8%, 1.6% y 2.2% de peso unitario en referencia al CP. Además, En la resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup> fue 2375.0 kg/m<sup>3</sup>, a su vez con 5%, 10% y 15% de CA tiene 2355.0 kg/m<sup>3</sup>, 2338.0 kg/m<sup>3</sup>, 2321.0 kg/m<sup>3</sup>, determinándose que con las tres dosificaciones de CA hay una disminución 0.6%, 1.3% y 2.0% de peso unitario en referencia al CP, esto muestra un acuerdo con El-Nadoury [4], pues menciona que la densidad del cemento es mayor que la densidad de la ceniza del aserrín, por lo tanto, una disminución de la densidad está asociada con las mezclas con aserrín, se precisó que el rango de densidades fue de 2100 a 2400 kg/m<sup>3</sup> para todos los valores de reemplazo, siendo similares a los obtenidos en la presente, de manera similar Meko & Ighalo [3], detalló que el peso unitario disminuye a 2450.867 kg/m<sup>3</sup> al 20% de reposición desde 2920,23 kg/m<sup>3</sup> al 0% CA, esto se atribuyó al hecho de que la CA tiene una gravedad específica más baja en comparación con el cemento, también existe un acuerdo con Fapohunda et al [1], pues detalló que el PU debe evaluarse correctamente para su aplicación eficiente, dónde a partir de los resultados de su investigación realizada, el PU disminuyeron a medida que aumentaba el porcentaje de reemplazo de cemento por SA.

**Respecto al OE3**, en referencia a los esfuerzos de compresión del CP de diseño  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  se determinó que alcanzó un valor de 234.33 Kg/cm<sup>2</sup>, además con 5% de CA llegó hasta 262.33 kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la del CP, a su vez el concreto con 10% y 15% de ceniza de aserrín tuvo menor resistencia con resultados promedios de 226.00 kg/cm<sup>2</sup> y 190.67 kg/cm<sup>2</sup>. Por su parte la en el diseño  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  se determinó que alcanzó un valor 314.67 Kg/cm<sup>2</sup>, además el concreto con 5% de CA tuvo 341.00 kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la del CP, a su vez el concreto con 10% y 15% de ceniza de aserrín tuvo una menor

resistencia con 291.67 kg/cm<sup>2</sup> y 250.00 kg/cm<sup>2</sup>, estos resultados muestran un acuerdo con Meko & Ighalo [3], ya que detallaron a medida que la relación de reemplazo de CA crece, el esfuerzo de compresión tiende a disminuir con respecto a la mezcla control, esto concuerda con Raheem & Ige [11], debido a que en sus resultados observó que la resistencia a la compresión aumenta con la edad de curado pero es menor al incrementar el contenido de CA. Es así que Fapohunda et al [1], demostró que al incrementar la ceniza resultó en un aumento de la superficie del material de relleno para unir al disminuir la cantidad de cemento, lo que provocó una disminución de la resistencia. Por otro lado, no existe un acuerdo con El-Nadoury [4], debido a que en sus resultados el reemplazo del 10 % de CA alcanzó la mayor resistencia a la compresión con casi un 3 % más que la mezcla de control, especificando que con porcentajes superiores al 10 % afecta al concreto.

En cuanto a la resistencia a la flexión del CP de diseño  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  logró alcanzar 42.76 Kg/cm<sup>2</sup>, además el concreto con 5% de CA 45.82 kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la del CP, a su vez el concreto con 10% y 15% de CA disminuye con valores de 38.52 kg/cm<sup>2</sup> y 33.32 kg/cm<sup>2</sup>. El concreto de diseño  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  tuvo igual comportamiento, pues el CP logró obtener valores de 44.63 Kg/cm<sup>2</sup>, y con 5%, 10% y 15% de CA 49.21 kg/cm<sup>2</sup>, 39.60 kg/cm<sup>2</sup> y 36.36 kg/cm<sup>2</sup>, demostrando en ambos casos que con porcentajes mayor de 5% la resistencia tiende a ser menor, mostrando un acuerdo con Fapohunda et al [1], pues demostró que la resistencia a la flexión de las probetas de hormigón con CA disminuyó al aumentar el contenido de CA hasta los 28 días de curado. Pero se tiene un desacuerdo con El-Nadoury [4], debido a que sus resultados significaron que hasta el 20 % de los reemplazos, el aserrín casi no tiene efecto sobre la resistencia a la flexión, sin embargo, más allá del 20 %, la resistencia es menor.

En alusión a esfuerzo de tracción, el CP de resistencia  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , obtuvo un valor de 21.04 kg/cm<sup>2</sup>, siendo menor que el valor obtenido con 5% de CA, siendo éste 23.29 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, con 10% y 15% de CA la resistencia obtenida fue de 20.01 kg/cm<sup>2</sup> y 17.11 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Por su parte el CP de resistencia  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ , obtuvo un

valor de 23.97 kg/cm<sup>2</sup>, siendo menor que el valor obtenido con 5% de CA, siendo éste 26.58 kg/cm<sup>2</sup>, con 10% y 15% de CA la resistencia obtenida fue de 22.91 kg/cm<sup>2</sup> y 21.69 kg/cm<sup>2</sup>, es así que para ambas resistencias se demuestra que con porcentajes de sustitución mayores a 5% de CA, la resistencia tiende a disminuir, concordando con El-Nadoury [4], pues los resultados a los 28 días mostraron que la sustitución de cemento ceniza de aserrín disminuye la tracción a pesar del porcentaje de sustitución con respecto a la mezcla control. De manera similar un acuerdo Ikponmwo et al [5], pues demostró que la propiedad de tracción al incorporar CA como 20%, 15%, 10% y 5% de reemplazo de cemento es 35.2%, 30%, 19.9% y 4.7% menor que la mezcla sin CA, esta reducción en la resistencia a la tracción se puede atribuir al efecto de dilución de cemento, la lenta reacción puzolánica de la CA que da como resultado una menor formación de producto, además, el bajo contenido de óxido de calcio en las CA provoca una menor tasa de aumento de resistencia de las mezclas de concreto. Por su parte James & Daniel [7], demostró que para la propiedad de tracción el 5% de sustitución de CA es mayor que el reemplazo de control (0%) en el concreto, considerándose el reemplazo del 5% de CA el adecuado para ser utilizado.

En cuanto al módulo de elasticidad, el CP con diseño 210 Kg/cm<sup>2</sup>, obtuvo un valor de 229088.18 kg/cm<sup>2</sup>, siendo menor que el valor obtenido con 5% de CA, siendo éste 243666.67 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, con 10% y 15% de CA el módulo de elasticidad obtenido fue de 228191.33 kg/cm<sup>2</sup> y 208803.33 kg/cm<sup>2</sup>. Por su parte el CP de resistencia  $f'c = 280$  Kg/cm<sup>2</sup>, llegó a 263358.33 kg/cm<sup>2</sup>, siendo menor que el valor obtenido con 5% de CA, siendo éste 279932.67 kg/cm<sup>2</sup>, con 10% y 15% de CA fue de 259023.33 kg/cm<sup>2</sup> y 240259.67kg/cm<sup>2</sup>, es así que para ambas resistencias se demuestra que con porcentajes de sustitución mayores a 5% de CA, tiende a ser menor.

**Respecto al OE4.** De acuerdo a lo resultados analizados se demuestra que el óptimo de aserrín es del 5% y en cuanto a las resistencias es la de 210 Kg/cm<sup>2</sup>. Teniendo como porcentaje ideal CCA5%-  $f'c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup>, estos resultados muestran un acuerdo con Meko & Ighalo [3], donde mencionan que el 5% CA tuvo una mejora en la resistencia, pero no existe

un desacuerdo con Méndez [9], pues demostró que el CP alcanzó un valor de 321 Kg/cm<sup>2</sup> y con dosificaciones de 3%, 5% y 7% de CA al mismo tiempo de curado obtuvieron 337 Kg/cm<sup>2</sup>, 291 Kg/cm<sup>2</sup> y 283 Kg/cm<sup>2</sup>, siendo el porcentaje ideal de sustitución el 3%, caso contrario a nuestra investigación ya que el óptimo contenido de CA es el 5%.

**Respecto al OE5.**

**Tabla 23.**

Tabla resumen del porcentaje óptimo.

Propiedades mecánicas	Diseños	% Ganancia en referencia al CP - 210 Kg/cm <sup>2</sup>	% Ganancia en referencia al CP - 280 Kg/cm <sup>2</sup>
Flexión (Kg/cm <sup>2</sup> )	CP	-	-
	<b>CCA 5%</b>	<b>+ 7%</b>	<b>+ 10%</b>
	CCA 10%	-10%	-11%
	CCA 15%	-22%	-19%
Tracción (Kg/cm <sup>2</sup> )	CP	-	-
	<b>CCA 5%</b>	<b>+ 11%</b>	<b>+ 11%</b>
	CCA 10%	-5%	-4%
	CCA 15%	-19%	-10%
Módulo de elasticidad (Kg/cm <sup>2</sup> )	CP	-	-
	<b>CCA 5%</b>	<b>+ 6.40%</b>	<b>+ 6.30%</b>
	CCA 10%	-0.40%	-1.60%
	CCA 15%	-8.90%	-8.80%

*Nota.* Se detalla la tabla resumen del % de ganancia del concreto con CA en referencia al CP

En esta tabla se hace referencia que el porcentaje ideal CA es 5%, pues tanto en la propiedad de flexión, tracción y módulo de elasticidad tuvo incrementos significativos. Estos resultados tienen una similitud con Auta et al [6], la flexión se obtuvo para reemplazos de 5%, de manera similar James & Daniel [7], demostraron que, si se usa un 5% de reemplazo de CA, no solo se reducirá el costo, pero existe una diferencia a lo obtenido por Raheem & Ige [11], pues encontraron que el porcentaje de aumento en la resistencia a la flexión teniendo como óptimo porcentaje el 15% para mejorar las características de resistencia del cemento

mezclado, mostrando un desacuerdo con este autor debido a que con 15% de CA como reemplazo del cemento, las propiedades mecánicas disminuyen, de manera similar Fapohunda et al [1], demostraron que la CA se puede incorporar a la mezcla de concreto y de esta manera desarrollar concreto estructural que satisfaga los requisitos de la normativa, siempre que el reemplazo no supere el 20%.

## IV. CONCLUSIONES

### 4.1. Conclusiones

- Se realizaron el diseño para los concretos convencionales CP con dosificaciones del 5%, 10% y 15% de CA como sustituto del cemento, empleando la norma ACI 211, concluyendo que para el diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> tuvo un a/c de 0.703 y para el diseño 280 kg/cm<sup>2</sup> un a/c de 0.601.
- Las propiedades físicas de los concreto utilizados sufrieron una pérdida a medida que se reemplazaban mayores proporciones de cemento por CA, esto se debe a la baja densidad que poseen la CA en comparación con la del cemento.
- En cuanto a las propiedades mecánicas con los diseños fabricados se deduce que la resistencia tiende a ser menor con el aumento del porcentaje de cenizas de aserrín, siendo al 5% de CA tiene una ganancia de resistencia pues logró alcanzar valores de 262.33 Kg/cm<sup>2</sup> y 341.00 Kg/cm<sup>2</sup>, siendo mayor que la resistencia obtenida por el CP, pues se obtuvieron mayores resistencias con un reemplazo del 5% de CA por cemento, con este porcentaje en flexión se aumentó 7% y 10%, en tracción 11% y 11%, y en módulo de elasticidad 6.4% y 6.3%, para el concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente.
- El reemplazo en rangos de 10 % y 15 % resultó en una reducción de la resistencia a la compresión, sin embargo, la resistencia a la compresión óptima del cemento mezclado es con un reemplazo del 5% CA, si se usa un 5% de reemplazo de CA, no solo se reducirá el costo de producción, sino que también aumentará la resistencia del concreto.
- Se demostró que el porcentaje favorable con CA es el 5%, pues se obtuvieron valores mayores en comparación con la resistencia para la que inicialmente fueron diseñadas y con la obtenida por el concreto patrón.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Se recomienda seguir con cada uno de los criterios regidos por el ACI 211, para lograr un diseño de mezcla preciso, garantizando así una dosificación apropiada para cada resistencia de diseño.
- Se deben utilizar porcentajes menores al 5% para tener un efecto positivo en las propiedades del concreto y de esta manera obtener una mezcla plástica y trabajable.
- El concreto con un reemplazo de CA de hasta el 5 % por volumen es recomendable utilizarlo para aplicaciones que requieran concreto de resistencia moderada, ya que ha mostrado una resistencia a la compresión adecuada.
- Se recomienda tener como máximo reemplazo de cemento por CA el 5% de este insumo, pues son porcentajes mayores el concreto tiende a tener una pérdida de resistencia.
- Para lograr obtener buenos valores en las propiedades mecánicas, es recomendable realizar una buena compactación a la hora de realizarse la mezcla y colocarse en cada uno de los moldes.

## REFERENCIAS

- [1] C. Fapohunda, B. Akinbile and A. Oyelade, "A Review of the Properties, Structural Characteristics and Application Potentials of Concrete Containing Wood Waste as Partial Replacement of one of its Constituent Material," *YBL Journal of Built Environment*, vol. 6, no. 1, pp. 63-85, 2018.
- [2] S. Folagbade y O. Aluko, «Permeation Resistance of Sawdust Ash Blended Cement Laterized Concrete.,» *Civil Engineering Dimension*, vol. 21, nº 2, pp. 76-83, 2019.
- [3] B. Meko y J. O. Ighalo , «Utilization of Cordia Africana wood sawdust ash as partial cement replacement in C 25 concrete,» *Cleaner Materials*, vol. 1, 2021.
- [4] W. El-Nadoury, «Production of sustainable concrete using sawdust,» *Magazine of Civil Engineering*, vol. 105, nº 5, 2021.
- [5] E. E. Ikponmwosa, F. A. Falade, T. Fashanu, S. Ehikhuenmen and A. Adesina, "Experimental and numerical investigation of the effect of sawdust ash on the performance of concrete," *Journal of Building Pathology and Rehabilitation*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [6] S. M. Auta, P. Akwu and M. Saidu, "Effect of revibration on the flexural strength of concrete using mahogany sawdust ash as a partial replacement for cement," *Civil Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 3-9, 2020.
- [7] G. A. James y O. I. Daniel, «Use of sawdust ash to replace cement in concrete production,» *International Journal of Civil Engineering and Technology*, vol. 9, nº 11, pp. 2883 - 2900, 2018.

- [8] J. H. Tuesta and S. Vasquez, Diseño de mezcla de concreto simple adicionando ceniza de aserrín para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2021, Universidad César Vallejo, 2021.
- [9] R. Mendez, “Comportamiento de la resistencia de concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo cemento por ceniza de aserrín de eucalipto, Ayacucho 2022”, Universidad César Vallejo, 2022.
- [10] E. Idrogo, «“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO 210 kg/cm<sup>2</sup> CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR PIMENTEL, CHICLAYO,» Repositorio institucional - UCV, Chiclayo, 2018.
- [11] A. Raheem y A. Ige, «Chemical composition and physicommechanical characteristics of sawdust ash blended cement,» *Journal of Building Engineering*, vol. 21, n<sup>o</sup> -, pp. 404-408, 2019.
- [12] Z. Hamid y S. Rafiq, «An experimental study on behavior of wood ash in concrete as partial replacement of cement,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 46, n<sup>o</sup> 9, pp. 3426-3429, 2020.
- [13] Y. Timoteo, «Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> – 2021,» Repositorio Institucional - UCV, Lima, 2021.
- [14] J. Tuesta y S. Vásquez, «Diseño de mezcla de concreto simple adicionando ceniza de aserrín para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2021,» Repositorio Institucional - UCV, Lima, 2021.
- [15] F. Evaristo, «Resistencia de concreto  $f_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> con adición de ceniza de viruta de madera- Huaraz—2017,» Universidad San Pedro, Huaraz, 2019.

- [16] A. Espinoza, B. Jiménez, J. Rodríguez y C. Eyzaguirre, «Mechanical Properties of an Eco-friendly Concrete with partial replacement of POC and Rubber,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 758, n<sup>o</sup> -, p. 012011, 2020.
- [17] S. Kumari, D. Chander and R. Walia, "Durability and Strength analysis of Concrete by Partial Replacement of Cement with Corn Cob Ash and Rice Husk Ash," *Engineering, Materials Science*, 2018.
- [18] A. Thomas, K. Ramaswamy, A. Nair, R. Padmanabhan, T. Isac y V. Anilkumar, «Strength of concrete with wood ash and waste glass as partial replacement materials,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 49, n<sup>o</sup> 1, p. 012040, 2020.
- [19] O. Joshua, F. Bayo-Kujore, K. Olusola, J. Adewumi, B. Olawuyi, C. Iroham y M. Emeteri, «Exploring the Effects of Pozzolans on Different types of Portland Cements in Sustainable Cement-Based Applications,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 665, n<sup>o</sup> 1, p. 012065, 2021.
- [20] G. Achahuanco y A. Gutierrez, «Optimización de concretos estructurales  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ , sobre sus propiedades mecánicas con adición de microsílíce en la ciudad del Cusco, 2017,» Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cuzco, 2019.
- [21] S. Ahmad y A. Umar, «Rheological and mechanical properties of self-compacting concrete with glass and polyvinyl alcohol fibres,» *Journal of Building Engineering*, vol. 17, n<sup>o</sup> -, pp. 65-74, 2018.
- [22] J. Castañeda y E. Castañeda, «Diseño de concreto  $175\text{ kg/cm}^2$ ,  $210\text{ kg/cm}^2$  con agregado grueso del río Marañón y agregado fino del río Parapapura,» Repositorio - UNSM, 2021.
- [23] D. Castro y J. Alfaro, «Análisis comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del concreto de resistencias  $F'C= 210, 280, 350\text{ kg/cm}^2$  sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo,» Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, 2019.

- [24] G. Catanzaro y O. Zapana, «Diseño y evaluación de concreto estructural de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> elaborado con aguas residuales domésticas tratadas mediante procesos biológicos como alternativa al uso de agua potable en Lima Metropolitana,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, 2019.
- [25] J. Šantek, N. Štirmer, S. Cerковиć, I. Carević y K. Kostanić, «Pilot Scale Production of Precast Concrete Elements with Wood Biomass Ash,» *Materials*, vol. 14, n° 21, p. 6578, 2021.
- [26] Y. Zoe, I. Hanif, H. Adzmier, H. Eyzati y M. Syuhaili, «Strength of Self-Compacting Concrete Containing Metakaolin and Nylon Fiber,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 498, n° 1, p. 012047, 2020.
- [27] J. Ruiz, «Determinación del módulo de elasticidad del concreto simple utilizando cemento tipo MS para  $f'c$ = 210 kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c$ = 280 kg/cm<sup>2</sup> con agregados de las canteras tres Tomas y la Victoria en el año 2020,» Repositorio de Tesis USAT, Chiclayo, 2021.
- [28] J. C. McCormac y R. H. Brown, Diseño de concreto reforzado, Alpha Editorial, 2011.
- [29] J. O. Jaramillo, Análisis clásico de estructuras, Universidad Nacional de Colombia, 2004.
- [30] CEMEX, «CEMEX,» 2021. [En línea]. Available: [https://www.cemexmexico.com/quizzes-full-view/-/asset\\_publisher/uG2W76KBBu5B/content/resistencia-pruebas-y-resultados](https://www.cemexmexico.com/quizzes-full-view/-/asset_publisher/uG2W76KBBu5B/content/resistencia-pruebas-y-resultados).
- [31] K. Kosim, Z. Zainuddin, R. Marpaung and D. Prabudi, "Utilization of Bottom Ash and Sawdust Waste as a Substitute for Fine Aggregate in Concrete Mix," *Atlantis Highlights in Engineering*, pp. 26-31, 2022.
- [32] Y. Liu y T. Ling, «Potential Use of Calcined Kaolinite-Based Wastes as Cement Replacements in Concrete – An Overview,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 431, n° 3, p. 032006, 2018.

- [33] Alternativa ecológica, «¿CÓMO SE DEBE UTILIZAR EL ASERRÍN EN EL BIOHUERTO?,» 2011. [En línea]. Available: <http://ecosiembra.blogspot.com/2011/05/como-se-debe-utilizar-el-aserrin-en-el.html>.
- [34] JardineríaOn, «Usos de la ceniza de madera en la jardinería ecológica,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.jardineriaon.com/usos-de-la-ceniza-de-madera-en-la-jardineria-ecologica.html>.
- [35] G. Baena Paz, Metodología de la investigación, Grupo Editorial Patria, 2014.
- [36] C. D. Mías, Metodología de investigación, estadística aplicada e instrumentos neuropsicología: guía práctica para investigación, Editorial Brujas, 2018.
- [37] C. Cruz y S. Olivarez , Metodología de la investigación, Grupo Editorial Patria, 2005.
- [38] T. O. Ale, «Improving the geotechnical properties of a Nigerian termite reworked soil using pretest drying conditions and sawdust ash,» *International Journal of Geo-Engineering*, vol. 14, nº 1, 2023.
- [39] A. Asti Vera, Metodología de la Investigación, Sevilla: Athenaica Ediciones Universitarias, 2015.
- [40] Reglamento Nacional de Edificaciones, «NORMA E.060 CONCRETO ARMADO,» Lima, 2009.
- [41] S. Valderrama, Pasos para elaborar proyectos de investigación científica., Lima, Perú.: Editorial san marcos, 2015.
- [42] R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista, Metodología de la investigación., Mexico: mc Graw Hill., 2014.

- [43] ASTM International, *ASTM C136: Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*, 2015.
- [44] ASTM International, *ASTM C128: Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate*, 2002.
- [45] ASTM International, *ASTM C127: Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate*, 2016.
- [46] ASTM International, *ASTM C19: Standard Test Method for Bulk Density ("unit weight") and Void Index in Aggregates*, 1997.
- [47] ASTM International, *ASTM C566: Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*, 2019.
- [48] ASTM International, *ASTM C 143/C 143M: Standard Test Method for Slump or Hydraulic-Cement Concrete*, 2012.
- [49] ASTM International, *ASTM C1064/C1064M : Standard Test Method For Temperature Of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete*, 2011.
- [50] ASTM International, *ASTM C138/C138M: Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete*, 2014.
- [51] ASTM International, *ASTM C231/C231M: Standard Test Method For Air Content Of Freshly Mixed Concrete By The Pressure Method*, 2014.
- [52] ASTM International, *ASTM C39: Standard Test Method For Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, 2014.
- [53] ASTM International, *Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression*, 2002.

- [54] ASTM International, *ASTM C78 / C78M: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third Point Loading)*, 2002.
- [55] ASTM International, *ASTM C496: Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, 1996.
- [56] Universidad Señor de Sipan, «Universidad Señor de Sipan,» RESOLUCIÓN DE DIRECTORIO N° 058-2023/PD-USS, 4 Mayo 2023. [En línea]. Available: <https://www.uss.edu.pe/uss/TransparenciaDoc/RegInvestigacion/Reglamento%20CIEI.pdf>.
- [57] ACI Committe 211, «ACI 211.1 : Standard practice for selecting proportions for normal heavyweight and mass concrete,» 1997.
- [58] M. Nalewajko, «The possibility of using waste materials in building materials,» *Economics and Environment*, vol. 71, nº 4, 2019.
- [59] Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento , «Norma Técnica de Edificación E060 Concreto Armado,» 2009.

## **ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Matriz de consistencia .....	89
<b>Anexo 2.</b> Matriz de Operacionalización de Variables.....	91
<b>Anexo 3.</b> Informes de laboratorio.....	94
<b>Anexo 4.</b> Certificados de calibración .....	179
<b>Anexo 5.</b> Análisis estadístico.....	198
<b>Anexo 6.</b> Validez de instrumentos .....	204
<b>Anexo 7.</b> Panel Fotográfico .....	211

# **Anexo 1.**

## **Matriz de consistencia**

**Tabla 24.**  
Matriz de consistencia

Título	Problemática	Objetivos	Hipótesis	Variables	Tipo y Diseño de investigación	Metodología	Técnicas e Instrumento
Propiedades Físico Mecánicas del Concreto Adicionando Cenizas de Aserrín Como Sustituto Parcial del Cemento	¿De qué manera influye la adición de cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento en porcentajes de 5%, 10% y 15% en las propiedades físico mecánicas del concreto?	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Evaluar el desempeño las propiedades físico mecánicas del concreto adicionando cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar el diseño de mezclas de concreto patrón y concreto experimental <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup> y <math>f'c=280</math> kg/cm<sup>2</sup> con 5%, 10% y 15% de cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento.</li> <li>- Determinar las propiedades físicas: asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario del concreto patrón y experimental <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> y <math>f'c = 280</math> kg/cm<sup>2</sup> en su estado fresco.</li> <li>- Determinar las propiedades mecánicas: resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad del concreto patrón y experimental <math>f'c = 210</math> kg/cm<sup>2</sup> y <math>f'c = 280</math>kg/cm<sup>2</sup> en su estado endurecido.</li> <li>- Identificar el porcentaje ideal de sustitución de cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento.</li> <li>- Identificar el porcentaje óptimo de las propiedades mecánicas de rotura del concreto con ceniza de aserrín.</li> </ul>	La adición de cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento en porcentajes de 5%, 10% y 15% influirá positivamente en las propiedades físico mecánicas del concreto.	<p><b>Variable Dependiente (VD):</b></p> <p>Propiedades físico mecánicas del concreto</p> <p><b>Variable Independiente (VI):</b></p> <p>Cenizas de aserrín</p>	<p>Enfoque cuantitativo</p> <p>Tipo aplicada</p> <p>Diseño experimental</p> <p>Nivel cuasi experimental</p>	<p><b>Población</b></p> <p>Corresponde, a la cantidad general de los especímenes de concreto que contienen CA, haciendo un total de 216 probetas cilíndricas y prismáticas.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>En el trabajo se tiene una muestra de 216 probetas cilíndricas y prismáticas, siendo 8 diseños de mezcla diferentes a ser evaluadas en los días 7, 14 y 28, con diferentes adiciones de variables de aserrín y concreto.</p>	<p>Observación</p> <p>Revisión documentaria</p> <p>Ficha de campo</p>

**Anexo 2.**  
Matriz de Operacionalización de  
Variables

**Tabla 25.**

Operacionalización de Variable Dependiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición	
<b>Propiedades físico mecánicas del concreto</b>	Concreto es el resultado de la adherencia de diferentes materiales pétreos cemento y agua, en un estado fresco, se caracteriza por tener una consistencia plástica, posteriormente una consistencia endurecida, para finalmente conseguir una alta resistencia mecánica [17].	Se medirán las características físico-mecánicas del concreto.	Propiedades físicas del concreto	Asentamiento	pulg (")	Observación directa y revisión documentaria	%	Variable numérica	De razón	
				Temperatura	° C					
				Peso Unitario	Kg/m <sup>3</sup>					
				Contenido de aire	%					
			Dosificación	Dosificación en volumen	m <sup>3</sup>					Fichas de observación y equipos de laboratorio.
			Propiedades mecánicas del concreto	R. a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>					
				R. a la tracción	Kg/cm <sup>2</sup>					
				R. a la flexión	Kg/cm <sup>2</sup>					
				Módulo de elasticidad	Kg/cm <sup>2</sup>					

**Tabla 26.**

Operacionalización de Variable Independiente

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición	
<b>Ceniza de aserrín</b>	Las cenizas de aserrín, provienen de las partículas sueltas o astillas de madera obtenidas como subproductos de aserrado de madera en tamaños utilizables estándar, las mismas que pasan por un proceso de quemado en horno [59].	Se reemplazará el cemento en diferentes porcentajes por CA.	Propiedades mecánicas	R. compresión – CA 650°C	Kg/cm <sup>2</sup>	Observación directa y revisión documentaria.	%	Variable numérica	De razón	
				R. compresión – CA 700°C	Kg/cm <sup>2</sup>					
				R. – CA 750°C	Kg/cm <sup>2</sup>					
				R. – CA 800°C	Kg/cm <sup>2</sup>					
			Propiedades físicas	Contenido de humedad	%					Fichas de observación y equipos de laboratorio.
				Densidad	gr/cm <sup>3</sup>					
				Índice puzolánico	%					
			Porcentajes de sustitución	5%	Kg					
				10%	Kg					
				15%	Kg					

# **Anexo 3.**

## Informes de laboratorio

## **Anexo 3.1.**

Informes de laboratorio del estudio de canteras

## Anexo 3.1.1

Árido fino – Análisis granulométrico de la cantera La Victoria – Pátapo.



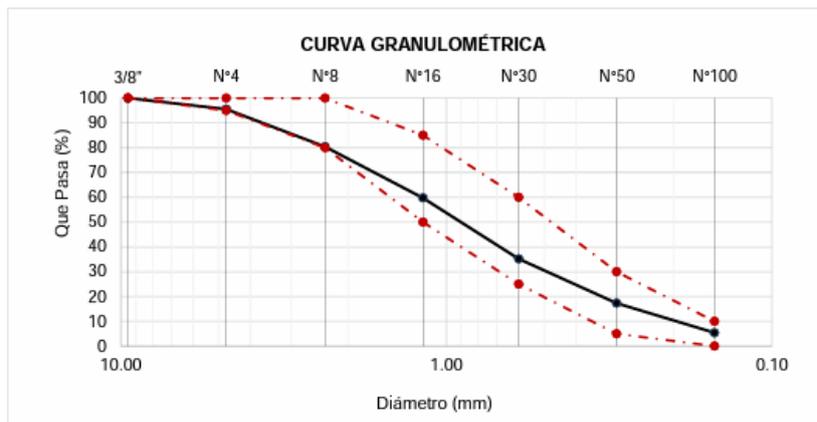
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 21 de abril del 2023.  
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
NORMA : N.T.P. 400.012:2021

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

Malla	Pulg.	(mm.)	%		% Que Pasa Acumulado	LÍMITES PARA AGREGADO FINO
			Retenido	Acumulado		
NTP 400.031	3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
	Nº 4	4.750	4.5	4.5	95.5	95 - 100
	Nº 8	2.360	15.2	19.6	80.4	80 - 100
	Nº 16	1.180	20.6	40.3	59.7	50 - 85
	Nº 30	0.600	24.6	64.8	35.2	25 - 60
	Nº 50	0.300	17.9	82.7	17.3	5 - 30
	Nº 100	0.150	11.9	94.6	5.4	0 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>						<b>3.06</b>



**Observaciones:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.



## Anexo 3.1.2

Árido fino – Análisis granulométrico de la cantera 3 Tomas – Ferreñafe.



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3,5

Pimentel – Lambayeque

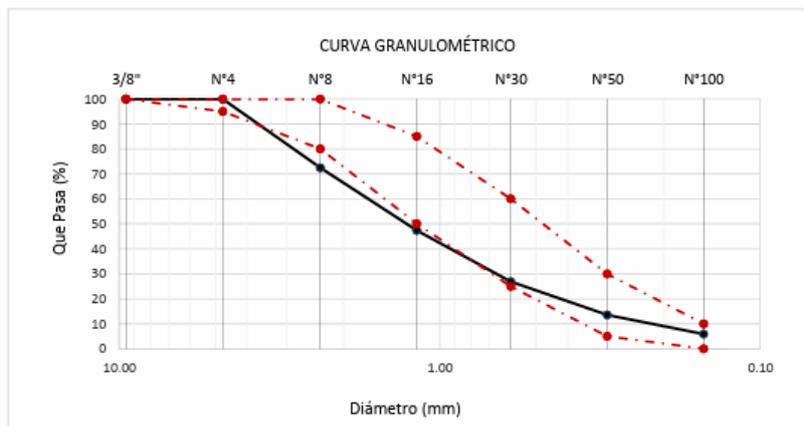
R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
 Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Sábado, 15 de enero del 2022.  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 24 de abril del 2023.  
 Fin de Ensayo : Martes, 25 de abril del 2023.  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
 NORMA : N.T.P. 400.012:2021

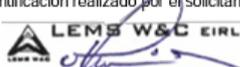
Muestra : Arena Gruesa Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	LÍMITES PARA AGREGADO FINO
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0	95 - 100
Nº 8	2.360	27.6	27.6	72.4	80 - 100
Nº 16	1.180	25.1	52.6	47.4	50 - 85
Nº 30	0.600	20.5	73.1	26.9	25 - 60
Nº 50	0.300	13.4	86.5	13.5	5 - 30
Nº 100	0.150	7.7	94.2	5.8	0 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.34</b>



Observaciones:

- Muestreo e identificación 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 3.1.3

Árido fino – Análisis granulométrico de la cantera Pacherez – Pucalá.



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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 21 de abril del 2023.

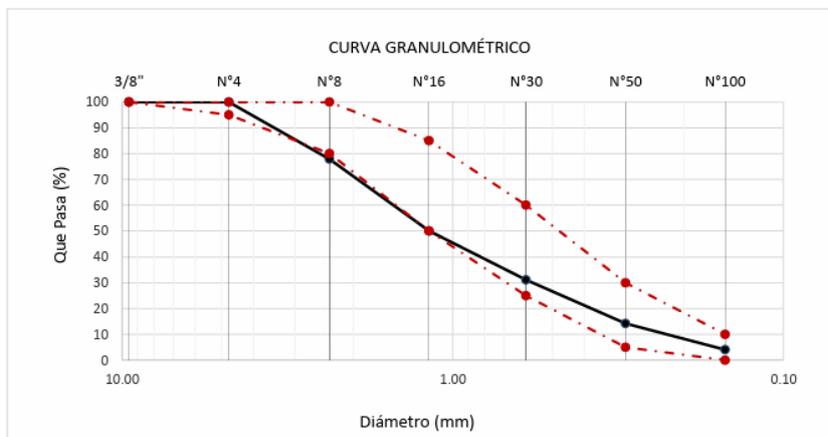
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.

NORMA : N.T.P. 400.012:2021

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pacherez

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	LÍMITES PARA AGREGADO FINO
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	0.0	0.0	100.0	95 - 100
Nº 8	2.360	22.1	22.1	77.9	80 - 100
Nº 16	1.180	27.8	49.9	50.1	50 - 85
Nº 30	0.600	18.9	68.9	31.1	25 - 60
Nº 50	0.300	16.9	85.8	14.2	5 - 30
Nº 100	0.150	10.2	96.0	4.0	0 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>3.23</b>



**Observaciones:**

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

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

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

## Anexo 3.1.4

### Árido grueso – Análisis granulométrico de la cantera La Victoria – Pátapo.



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

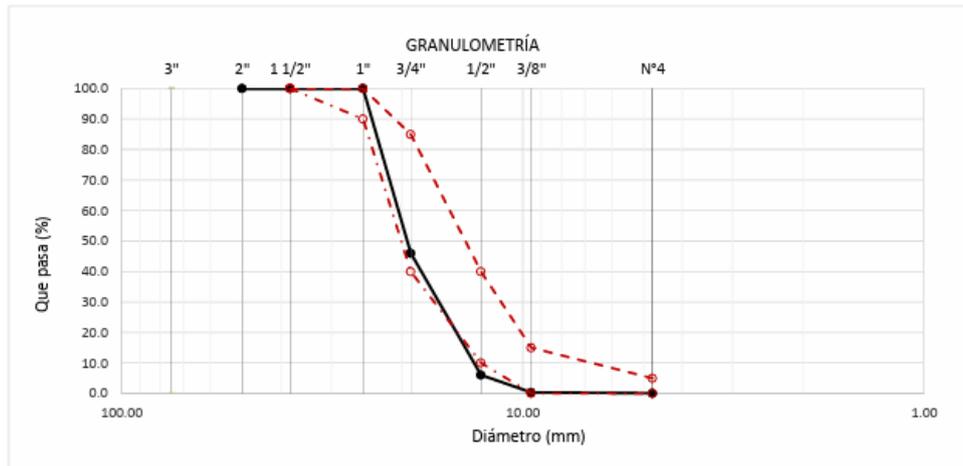
Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 21 de abril del 2023.

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012:2021

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : La Victoria - Pátapo.

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
					<b>56</b>
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	54.0	54.0	46.0	40 - 85
1/2"	12.70	40.0	94.0	6.0	10 - 40
3/8"	9.52	5.7	99.6	0.4	0 - 15
N°4	4.75	0.3	99.9	0.1	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>



#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

### Anexo 3.1.5

### Árido grueso – Análisis granulométrico de la cantera 3 Tomas – Ferreñafe.



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

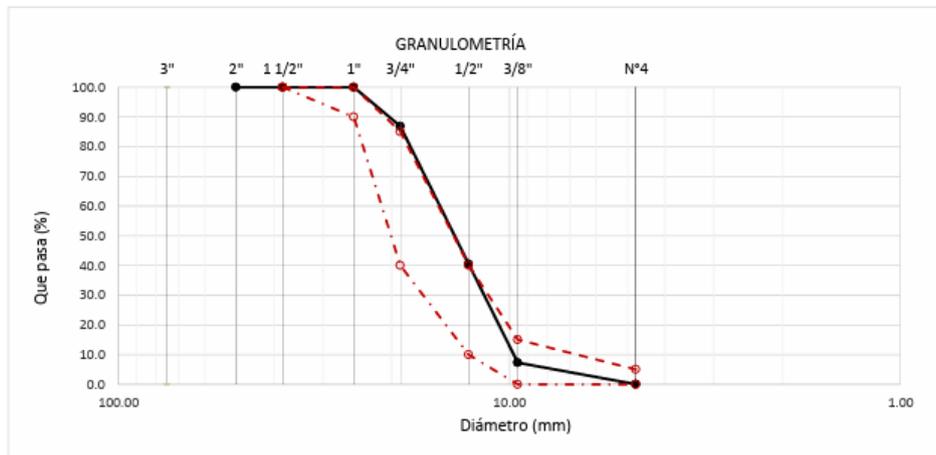
Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Lunes, 24 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Martes, 25 de abril del 2023.

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012:2021

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe.

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	13.2	13.2	86.8	40 - 85
1/2"	12.70	46.4	59.5	40.5	10 - 40
3/8"	9.52	33.2	92.7	7.3	0 - 15
N°4	4.75	7.2	100.0	0.0	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>



#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



### Anexo 3.1.6

Árido grueso – Análisis granulométrico de la cantera Pacherez – Pucalá.



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

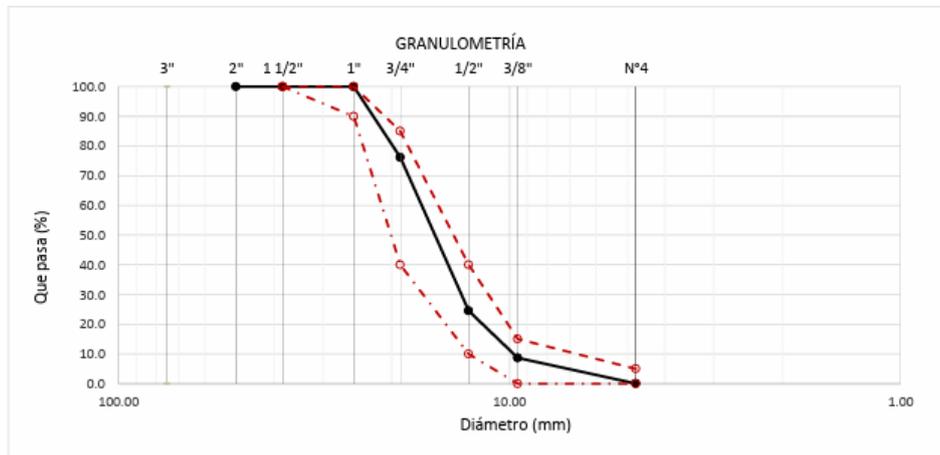
Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 21 de abril del 2023.

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y Grueso. Método de ensayo.  
NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012:2021

Muestra : Piedra Chancada

Canter : Pacherez - Pacherez.

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	23.8	23.8	76.2	40 - 85
1/2"	12.70	51.6	75.5	24.5	10 - 40
3/8"	9.52	15.9	91.4	8.6	0 - 15
N°4	4.75	8.6	99.9	0.1	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



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 3.1.7

Árido fino – Peso Unitario y Humedad de cantera La Victoria – Pátapo.



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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 21 de abril del 2023.  
  
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.  
AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.  
Referencia : NTP 400.017:2020  
NTP 339.185:2021

Muestra : Arena Gruesa Cantera: La Victoria - Pátapo.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1607
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1603
Contenido de Humedad	(%)	0.26

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1769
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1764
Contenido de Humedad	(%)	0.26

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



### Anexo 3.1.8

#### Árido fino – Peso Unitario y Humedad de cantera 3 Tomas – Ferreñafe



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

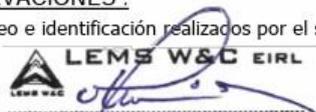
Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Lunes, 24 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Martes, 25 de abril del 2023.  
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.  
Referencia : NTP 400.017:2020  
NTP 339.185:2021

Muestra : Arena Gruesa Cantera: Tres Tomas - Ferreñafe.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1612
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1604
Contenido de Humedad	(%)	0.50
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1783
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1774
Contenido de Humedad	(%)	0.50

#### 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 3.1.9

Árido fino – Peso Unitario y Humedad de cantera Pacherez – Pucalá.



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

Solicitud de Ensayo : **1501A-22/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 21 de abril del 2023.  
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.  
AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.  
Referencia : NTP 400.017:2020  
NTP 339.185:2021

Muestra : Arena Gruesa

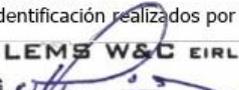
Cantera: Pacherez

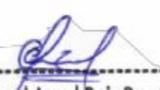
Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1656
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1649
Contenido de Humedad	(%)	0.43

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1885
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1877
Contenido de Humedad	(%)	0.43

### 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 3.1.12

### Árido grueso – Peso Unitario y Humedad de cantera Pacherez – Pucalá



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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 21 de abril del 2023.  
Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado Método de ensayo 3a Edición.  
Referencia : NTP 400.017:2020  
NTP 339.185:2021

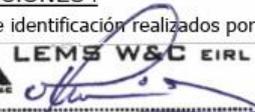
Muestra : Piedra Chancada                      Cantera: Pacherez - Pacherez.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1474
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1468
Contenido de Humedad	(%)	0.4

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1597
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1591
Contenido de Humedad	(%)	0.4

#### 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 3.1.13

Árido fino – Peso Específico y Absorción de la cantera La Victoria – Pátapo.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceir@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 22 de abril del 2023.

NORMA : AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.022:2021

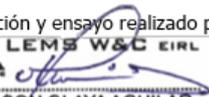
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria - Pátapo.

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.607
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.766

#### 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 3.1.14

Árido fino – Peso Específico y Absorción de la cantera 3 Tomas – Ferreñafe.



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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Lunes, 24 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Miércoles, 26 de abril del 2023.

NORMA : AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.022:2021

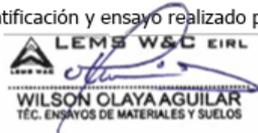
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe.

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.842
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.458

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.1.15

Árido fino – Peso Específico y Absorción de la cantera Pacherez – Pucalá.



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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 22 de abril del 2023.

NORMA : AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.022:2021

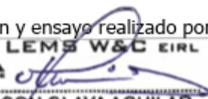
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pacherez - Pacherez.

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.557
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.184

### 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 3.1.16

Árido grueso – Peso Específico y Absorción de la cantera La Victoria – Pátapo.



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 : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 22 de abril del 2023.

NORMA : AGREGADOS Densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado grueso.  
Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.021:2020

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: La Victoria - Pátapo.

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.473
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.03

### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.1.17

Árido grueso – Peso Específico y Absorción de la cantera 3 Tomas – Ferreñafe.



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 : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Lunes, 24 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Miércoles, 26 de abril del 2023.

NORMA : AGREGADOS Densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado grueso.  
Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.021:2020

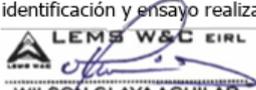
Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas - Ferreñafe.

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.219
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.63

### 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 3.1.18

Árido grueso – Peso Específico y Absorción de la cantera Pacherez – Pucalá.



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 22 de abril del 2023.

NORMA : AGREGADOS Densidad relativa (Peso específico) y absorción del agregado grueso.  
Método de ensayo.

REFERENCIA : NTP 400.021:2020

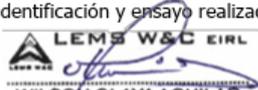
Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Pacherez - Paherez.

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.745
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.80

### 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 3.2.**

Informes de laboratorio de los ensayos a la ceniza  
de aserrín

## Anexo 3.2.1

### Resistencia a la compresión del concreto con ceniza de aserrín de T-650°C



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de ensayo : Jueves, 04 de mayo del 2023.  
Fin de ensayo : Jueves, 25 de mayo del 2023

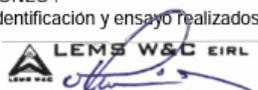
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el Índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland.

Norma : 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 TEMP.650 - C1	27/04/2023	04/05/2023	7	34570	2500	13.83	141.02
02	CUBO TEMP.650 - C2	27/04/2023	04/05/2023	7	35950	2500	14.38	146.68
03	CUBO TEMP.650 - C3	27/04/2023	04/05/2023	7	35550	2500	14.22	145.04
04	CUBO TEMP.650 - C4	27/04/2023	11/05/2023	14	38700	2500	15.48	157.90
05	CUBO TEMP.650 - C5	27/04/2023	11/05/2023	14	38820	2500	15.53	158.39
06	CUBO TEMP.650 - C6	27/04/2023	11/05/2023	14	37410	2500	14.96	152.63
07	CUBO TEMP.650 - C7	27/04/2023	25/05/2023	28	43120	2500	17.25	175.93
08	CUBO TEMP.650 - C8	27/04/2023	25/05/2023	28	43490	2500	17.40	177.44
09	CUBO TEMP.650 - C9	27/04/2023	25/05/2023	28	42260	2500	16.90	172.42

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo 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 3.2.2

### Resistencia a la compresión del concreto con ceniza de aserrín de T 700°C



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de ensayo : Jueves, 04 de mayo del 2023.  
Fin de ensayo : Jueves, 25 de mayo del 2023

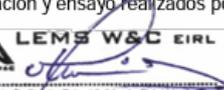
Ensayo : CEMENTOS. Metodo de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland.

Norma : 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 TEMP.700 - C1	27/04/2023	04/05/2023	7	38690	2500	15.48	157.82
02	CUBO TEMP.700 - C2	27/04/2023	04/05/2023	7	38190	2500	15.28	155.82
03	CUBO TEMP.700 - C3	27/04/2023	04/05/2023	7	38910	2500	15.56	158.75
04	CUBO TEMP.700 - C4	27/04/2023	11/05/2023	14	40720	2500	16.29	166.14
05	CUBO TEMP.700 - C5	27/04/2023	11/05/2023	14	39770	2500	15.91	162.26
06	CUBO TEMP.700 - C6	27/04/2023	11/05/2023	14	41830	2500	16.73	170.67
07	CUBO TEMP.700 - C7	27/04/2023	25/05/2023	28	46130	2500	18.45	188.21
08	CUBO TEMP.700 - C8	27/04/2023	25/05/2023	28	46680	2500	18.67	190.45
09	CUBO TEMP.700 - C9	27/04/2023	25/05/2023	28	47610	2500	19.04	194.25

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo 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 3.2.3

#### Resistencia a la compresión del concreto con ceniza de aserrín de T 750°C



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de ensayo : Jueves, 04 de mayo del 2023.  
Fin de ensayo : Jueves, 25 de mayo del 2023  
  
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el Índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland.  
Norma : 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 TEMP.750 - C1	27/04/2023	04/05/2023	7	43640	2500	17.46	178.02
02	CUBO TEMP.750 - C2	27/04/2023	04/05/2023	7	42930	2500	17.17	175.15
03	CUBO TEMP.750 - C3	27/04/2023	04/05/2023	7	44640	2500	17.86	182.13
04	CUBO TEMP.750 - C4	27/04/2023	11/05/2023	14	45990	2500	18.40	187.64
05	CUBO TEMP.750 - C5	27/04/2023	11/05/2023	14	46700	2500	18.68	190.54
06	CUBO TEMP.750 - C6	27/04/2023	11/05/2023	14	44720	2500	17.89	182.46
07	CUBO TEMP.750 - C7	27/04/2023	25/05/2023	28	50140	2500	20.06	204.57
08	CUBO TEMP.750 - C8	27/04/2023	25/05/2023	28	48140	2500	19.26	196.41
09	CUBO TEMP.750 - C9	27/04/2023	25/05/2023	28	51750	2500	20.70	211.14

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



## Anexo 3.2.4

### Resistencia a la compresión del concreto con ceniza de aserrín de T 800°C



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de ensayo : Jueves, 04 de mayo del 2023.  
Fin de ensayo : Jueves, 25 de mayo del 2023

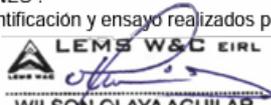
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el Índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland.

Norma : 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 TEMP.800 - C1	27/04/2023	04/05/2023	7	38820	2500	15.53	158.35
02	CUBO TEMP.800 - C2	27/04/2023	04/05/2023	7	39750	2500	15.90	162.18
03	CUBO TEMP.800 - C3	27/04/2023	04/05/2023	7	40560	2500	16.22	165.48
04	CUBO TEMP.800 - C4	27/04/2023	11/05/2023	14	41820	2500	16.73	170.63
05	CUBO TEMP.800 - C5	27/04/2023	11/05/2023	14	42420	2500	16.97	173.07
06	CUBO TEMP.800 - C6	27/04/2023	11/05/2023	14	42970	2500	17.19	175.32
07	CUBO TEMP.800 - C7	27/04/2023	25/05/2023	28	47210	2500	18.88	192.62
08	CUBO TEMP.800 - C8	27/04/2023	25/05/2023	28	49090	2500	19.64	200.29
09	CUBO TEMP.800 - C9	27/04/2023	25/05/2023	28	48480	2500	19.39	197.80

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo 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 3.2.5

### Densidad de la ceniza de aserrín



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

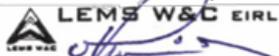
Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Miércoles, 07 de mayo del 2023.  
Fin de Ensayo : Miércoles, 07 de mayo 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 : **Densidad.**

Muestra : Aserrín Calcinado.

Densidad	(g/cm <sup>3</sup> )	2.165
----------	----------------------	-------

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

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

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

## Anexo 3.2.6

### Contenido de humedad de la ceniza de aserrín



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

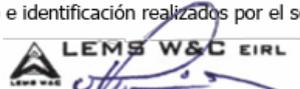
Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 21 de abril 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 : **Contenido de Humedad.**

Muestra : Cenizas de Aserrín

Contenido de Humedad	(%)	1.03
----------------------	-----	------

#### 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 3.2.7

### índice puzolánico de la ceniza de aserrín



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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Jueves, 04 de mayo del 2023.  
Fin de Ensayo : Jueves, 25 de mayo del 2023

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el Índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland.  
Referencia : NTP 334.066 : 2018.

Muestras	Temperatura °C	Índice de actividad puzolámica con Cemento Portland (%)	
		7 Días	28 Días
Especímenes cubicas de 5cm Cenizas de Aserrín	650°C	57.11	65.81
	700°C	62.34	71.71
	750°C	70.65	76.62
	800°C	64.14	73.94

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



## **Anexo 3.3.**

Informes de diseño de mezcla

## Anexo 3.3.1

### Diseño de mezcla patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C** Pag. 01 de 02  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Departamento de Lambayeque, Provincia de Pimentel, Distrito Chiclayo  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.

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

#### CEMENTO

1.- Tipo de cemento : Tipo I - QUNA.  
2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS :

##### Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.607	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.627	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1.603	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.764	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.77	%
6.- Contenido de humedad	0.26	%
7.- Módulo de fineza	3.14	

##### Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Pacherez - Pacherez

1.- Peso específico de masa	2.745	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.767	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1.468	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.591	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.80	%
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
Nº 04	7.8	92.2
Nº 08	13.4	78.8
Nº 16	20.2	58.6
Nº 30	24.1	34.5
Nº 50	17.5	17.0
Nº 100	11.7	5.3
Fondo	5.3	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	23.8	76.2
1/2"	51.6	24.5
3/8"	15.9	8.6
Nº 04	8.6	0.1
Fondo	0.1	0.0

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

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

Solicitud de Ensayo : **1501A-22/LEMS W&C** Pag. 02 de 02  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 09 de junio del 2023.

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

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2369 Kg/m<sup>3</sup>  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.7 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.703

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	369 Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - QUNA.
Agua	259 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	834 Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	907 Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Pacherrez - Pacherrez

Proporción en peso : 

Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	2.26	2.46	29.9	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen : 

1.0	2.12	2.52	29.9	Lts/pie <sup>3</sup>
-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

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



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



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

## Anexo 3.3.2

### Diseño de mezcla patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C** Pag. 01 de 02  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Departamento de Lambayeque, Provincia de Pimentel, Distrito Chiclayo  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - QUNA.  
2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS :

##### Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

- |                                    |       |                    |
|------------------------------------|-------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 2.607 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.627 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 1.603 | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 4.- Peso unitario compactado       | 1.764 | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 5.- % de absorción                 | 0.77  | %                  |
| 6.- Contenido de humedad           | 0.26  | %                  |
| 7.- Módulo de fineza               | 3.14  |                    |

##### Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Pacherrez - Pacherrez

- |                                    |       |                    |
|------------------------------------|-------|--------------------|
| 1.- Peso específico de masa        | 2.745 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 2.- Peso específico de masa S.S.S. | 2.767 | gr/cm <sup>3</sup> |
| 3.- Peso unitario suelto           | 1.468 | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 4.- Peso unitario compactado       | 1.591 | Kg/m <sup>3</sup>  |
| 5.- % de absorción                 | 0.80  | %                  |
| 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
Nº 04	7.8	92.2
Nº 08	13.4	78.8
Nº 16	20.2	58.6
Nº 30	24.1	34.5
Nº 50	17.5	17.0
Nº 100	11.7	5.3
Fondo	5.3	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	23.8	76.2
1/2"	51.6	24.5
3/8"	15.9	8.6
Nº 04	8.6	0.1
Fondo	0.1	0.0

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : **1501A-22/LEMS W&C** Pag. 02 de 02  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 09 de junio 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 : 2375  $\text{Kg/m}^3$   
Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 10.1 bolsas/ $\text{m}^3$   
Relación agua cemento de diseño : 0.601

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	428 $\text{Kg/m}^3$	: Tipo I - QUNA.
Agua	257 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	782 $\text{Kg/m}^3$	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	907 $\text{Kg/m}^3$	: Piedra Chancada - Pacherrez - Pacherrez

Proporción en peso : 

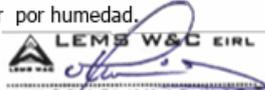
Cemento	Arena	Piedra	Agua	
1.0	1.83	2.12	25.5	Lts/ $\text{pie}^3$

Proporción en volumen : 

1.0	1.72	2.17	25.5	Lts/ $\text{pie}^3$
-----	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

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



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



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

## **Anexo 3.4.**

Informes de laboratorio de las propiedades físicas  
del concreto

## a. Ensayos de asentamiento – $f'c$ 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 3.4.1

#### Ensayo de asentamiento concreto patrón - 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	210	09/06/2023	4.00	10.00

**OBSERVACIONES:**  
- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

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

## Anexo 3.4.2

### Ensayo de asentamiento del concreto con CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

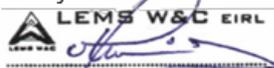
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRIN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Dias)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	f'c 210 con 5% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 con 5% de Cenizas de Aserrin.	210	09/06/2023	3 7/8	9.69
DM-02	f'c 210 con 10% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 con 10% de Cenizas de Aserrin.	210	09/06/2023	3 1/2	8.75
DM-03	f'c 210 con 15% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 con 15% de Cenizas de Aserrin.	210	09/06/2023	2 5/8	6.56

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## b. Ensayos de asentamiento – f'c 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 3.4.3

#### Ensayo de asentamiento concreto patrón - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974

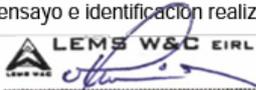
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-02	D.P 280 = Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup>	280	10/06/2023	4.00	10.00

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 3.4.4

### Ensayo de asentamiento del concreto con CA- 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

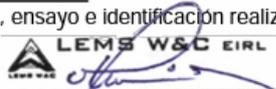
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	f'c 280 con 5% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup> con 5% de Cenizas de Aserrín.	280	10/06/2023	3 5/8	9.06
DM-02	f'c 280 con 10% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup> con 10% de Cenizas de Aserrín.	280	10/06/2023	3 3/8	8.44
DM-03	f'c 280 con 15% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup> con 15% de Cenizas de Aserrín.	280	10/06/2023	2 1/2	6.25

#### 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

### c. Ensayos de peso unitario – f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

#### Anexo 3.4.5

Ensayo de peso unitario del concreto patrón - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

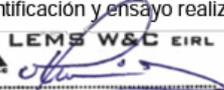
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO  
ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición  
Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	D.P 210 – Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	210	09/06/2023	2369

#### 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 3.4.6

### Ensayo de peso unitario del concreto con CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



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 : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición  
Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	f'c 210 con 5% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> con 5% de Cenizas de Aserrín.	210	09/06/2023	2350
02	f'c 210 con 10% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> con 10% de Cenizas de Aserrín.	210	09/06/2023	2330
03	f'c 210 con 15% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> con 15% de Cenizas de Aserrín.	210	09/06/2023	2317

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,

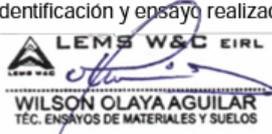
  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## d. Ensayos de peso unitario – f'c 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 3.4.7

Ensayo de peso unitario del concreto patrón - 280 Kg/cm<sup>2</sup>

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswceirl@gmail.com		
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589				
Solicitud de Ensayo	: 2004A-23/LEMS W&C			
Solicitante	: JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ			
Proyecto / Obra	: Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"			
Ubicación	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque			
Fecha de Apertura	: Jueves, 20 de abril del 2023.			
Inicio de Ensayo	: Sábado, 10 de junio del 2023.			
Fin de Ensayo	: Sábado, 10 de junio del 2023.			
Ensayo	: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición			
Referencia	: N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)			
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
02	D.P 280 – Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup>	280	10/06/2023	2375
<b>OBSERVACIONES:</b> - 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 3.4.8

### Ensayo de peso unitario del concreto con CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



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 : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición  
Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	f'c 280 con 5% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 con 5% de Cenizas de Aserrín.	280	10/06/2023	2355
02	f'c 280 con 10% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 con 10% de Cenizas de Aserrín.	280	10/06/2023	2338
03	f'c 280 con 15% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm2 con 15% de Cenizas de Aserrín.	280	10/06/2023	2321

#### 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

## e. Ensayos de temperatura – f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 3.4.9

Ensayo de temperatura del concreto patrón - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



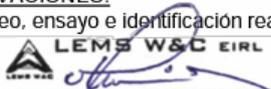
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 09 de junio del 2023.  
  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	D.P 210 – Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	210	09/06/2023	27.0

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 3.4.10

### Ensayo de temperatura del concreto con CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

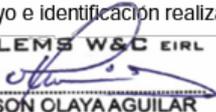
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 09 de junio del 2023.  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	f'c 210 con 5% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 con 5% de Cenizas de Aserrín.	210	09/06/2023	27.6
DM-02	f'c 210 con 10% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 con 10% de Cenizas de Aserrín.	210	09/06/2023	28.4
DM-03	f'c 210 con 15% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 con 15% de Cenizas de Aserrín.	210	09/06/2023	29.2

#### 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

## f. Ensayos de temperatura – f'c 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 3.4.11

Ensayo de temperatura del concreto patrón - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



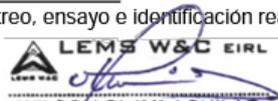
Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Dias)	Temperatura (C°)
DM-02	D.P 280 – Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup>	280	10/06/2023	28.0

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 3.4.12

### Ensayo de temperatura del concreto con CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



**LEMS W&C EIRL**

Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

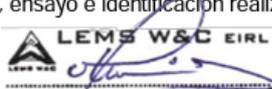
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Dias)	Temperatura (C°)
DM-01	f <sub>c</sub> 280 con 5% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup> con 5% de Cenizas de Aserrín.	210	10/06/2023	28.6
DM-02	f <sub>c</sub> 280 con 10% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup> con 10% de Cenizas de Aserrín.	210	10/06/2023	29.8
DM-03	f <sub>c</sub> 280 con 15% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup> con 15% de Cenizas de Aserrín.	210	10/06/2023	30.2

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

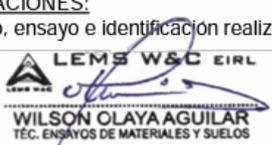
  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

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

## g. Ensayos de aire atrapado – $f'c$ 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 3.4.13

Ensayo de aire atrapado del concreto patrón - 210 Kg/cm<sup>2</sup>

		Prolongación Bolognesi Km. 3.5 Pimentel – Lambayeque R.U.C. 20480781334 Email: lemswyceirl@gmail.com		
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589				
Solicitud de Ensayo	: 2004A-23/LEMS W&C			
Solicitante	: JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ			
Proyecto / Obra	: Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"			
Ubicación	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque			
Fecha de apertura	: Jueves, 20 de abril del 2023.			
Inicio de Ensayo	: Viernes, 09 de junio del 2023.			
Fin de Ensayo	: Viernes, 09 de junio del 2023.			
Ensayo	: HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.			
Referencia	: NTP 339.080			
Tipo de Medidor	: Medidor "B"			
Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	D.P 210 - Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	210	09/06/2022	0.85
<b>OBSERVACIONES:</b> - 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 3.4.14

### Ensayo de aire atrapado del concreto con CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

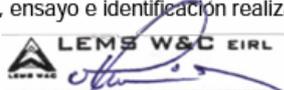
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 09 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 09 de junio del 2023.  
Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
Referencia : NTP 339.080  
Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	f'c 210 con 5% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> con 5% de Cenizas de Aserrín.	210	09/06/2023	1.50
DM-02	f'c 210 con 10% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> con 10% de Cenizas de Aserrín.	210	09/06/2023	1.80
DM-03	f'c 210 con 15% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> con 15% de Cenizas de Aserrín.	210	09/06/2023	2.10

#### 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

## h. Ensayos de aire atrapado – f'c 280 Kg/cm<sup>2</sup>

### Anexo 3.4.15

#### Ensayo de aire atrapado del concreto patrón - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

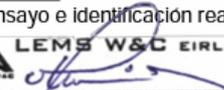
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
Referencia : NTP 339.080  
Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-02	D.P 280 – Diseño Patrón 280 Kg/cm <sup>2</sup>	280	10/06/2023	0.85

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 3.4.16

### Ensayo de aire atrapado del concreto con CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

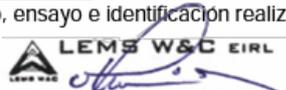
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 10 de junio del 2023.  
  
Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
Referencia : NTP 339.080  
Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	f'c 280 con 5% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> con 5% de Cenizas de Aserrín.	280	10/06/2023	1.40
DM-02	f'c 280 con 10% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> con 10% de Cenizas de Aserrín.	280	10/06/2023	1.70
DM-03	f'c 280 con 15% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> con 15% de Cenizas de Aserrín.	280	10/06/2023	1.85

#### 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 3.5.**

Informes de laboratorio de las propiedades  
mecánicas del concreto

**A.**  
**Concreto patrón**

## Anexo 3.5.1

### Resistencia a la compresión del concreto patrón - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

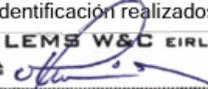
Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

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 210	210	09/06/2023	16/06/2023	7	31168	15.11	179	174
02	Testigo 2 - D.Patrón 210	210	09/06/2023	16/06/2023	7	29289	15.10	179	164
03	Testigo 3 - D.Patrón 210	210	09/06/2023	16/06/2023	7	29387	15.17	181	163
04	Testigo 4 - D.Patrón 210	210	09/06/2023	23/06/2023	14	35488	15.15	180	197
05	Testigo 5 - D.Patrón 210	210	09/06/2023	23/06/2023	14	35433	15.16	180	196
06	Testigo 6 - D.Patrón 210	210	09/06/2023	23/06/2023	14	34981	15.10	179	195
07	Testigo 7 - D.Patrón 210	210	09/06/2023	07/07/2023	28	41414	15.15	180	230
08	Testigo 8 - D.Patrón 210	210	09/06/2023	07/07/2023	28	43048	15.10	179	240
09	Testigo 9 - D.Patrón 210	210	09/06/2023	07/07/2023	28	41908	15.13	180	233

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

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 3.5.2

### Resistencia a la compresión del concreto patrón - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

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	10/06/2023	17/06/2023	7	41624	15.10	179	232
02	Testigo 2 - D.Patrón 280	280	10/06/2023	17/06/2023	7	43852	15.08	179	246
03	Testigo 3 - D.Patrón 280	280	10/06/2023	17/06/2023	7	42984	15.07	178	241
04	Testigo 4 - D.Patrón 280	280	10/06/2023	24/06/2023	14	45503	15.09	179	254
05	Testigo 5 - D.Patrón 280	280	10/06/2023	24/06/2023	14	46828	15.06	178	263
06	Testigo 6 - D.Patrón 280	280	10/06/2023	24/06/2023	14	46248	15.11	179	258
07	Testigo 7 - D.Patrón 280	280	10/06/2023	08/07/2023	28	59181	15.14	180	329
08	Testigo 8 - D.Patrón 280	280	10/06/2023	08/07/2023	28	55007	15.12	179	307
09	Testigo 9 - D.Patrón 280	280	10/06/2023	08/07/2023	28	56668	15.30	184	308

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

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

### Anexo 3.5.3

### Resistencia a la flexión del concreto patrón - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

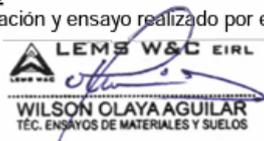
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.Patrón 210	09/06/2023	16/06/2023	7	25460	450	151	151	0	3.31	33.71
02	Testigo 2 - D.Patrón 210	09/06/2023	16/06/2023	7	24710	450	152	150	0	3.25	33.11
03	Testigo 3 - D.Patrón 210	09/06/2023	16/06/2023	7	25350	450	150	151	0	3.35	34.15
04	Testigo 4 - D.Patrón 210	09/06/2023	23/06/2023	14	29580	450	152	152	0	3.78	38.55
05	Testigo 5 - D.Patrón 210	09/06/2023	23/06/2023	14	27980	450	151	151	0	3.68	37.50
06	Testigo 6 - D.Patrón 210	09/06/2023	23/06/2023	14	28610	450	151	151	0	3.71	37.87
07	Testigo 7 - D.Patrón 210	09/06/2023	07/07/2023	28	33030	450	150	151	0	4.34	44.29
08	Testigo 8 - D.Patrón 210	09/06/2023	07/07/2023	28	31640	450	152	151	0	4.11	41.86
09	Testigo 9 - D.Patrón 210	09/06/2023	07/07/2023	28	32180	450	152	152	0	4.13	42.13

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

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.4

### Resistencia a la flexión del concreto patrón - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

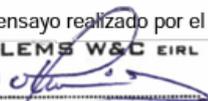
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.Patrón 280	10/06/2023	17/06/2023	7	29070	450	152	151	0	3.78	38.59
02	Testigo 2 - D.Patrón 280	10/06/2023	17/06/2023	7	30850	450	152	152	0	3.99	40.66
03	Testigo 3 - D.Patrón 280	10/06/2023	17/06/2023	7	29920	450	151	151	0	3.93	40.12
04	Testigo 4 - D.Patrón 280	10/06/2023	24/06/2023	14	33550	450	152	151	0	4.35	44.33
05	Testigo 5 - D.Patrón 280	10/06/2023	24/06/2023	14	33440	450	152	151	0	4.35	44.39
06	Testigo 6 - D.Patrón 280	10/06/2023	24/06/2023	14	33120	450	152	151	0	4.28	43.65
07	Testigo 7 - D.Patrón 280	10/06/2023	08/07/2023	28	34610	450	152	150	0	4.54	46.28
08	Testigo 8 - D.Patrón 280	10/06/2023	08/07/2023	28	31780	450	150	152	0	4.11	41.91
09	Testigo 9 - D.Patrón 280	10/06/2023	08/07/2023	28	34150	450	150	151	0	4.48	45.70

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  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 3.5.5

### Resistencia a la tracción del concreto patrón - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.P 210	210	09/06/2023	16/06/2023	7	54999	100	206	1.69	17.27
02	Testigo 2 - D.P 210	210	09/06/2023	16/06/2023	7	56543	100	201	1.79	18.24
03	Testigo 3 - D.P 210	210	09/06/2023	16/06/2023	7	55188	100	205	1.71	17.43
04	Testigo 4 - D.P 210	210	09/06/2023	23/06/2023	14	58842	100	203	1.84	18.76
05	Testigo 5 - D.P 210	210	09/06/2023	23/06/2023	14	60134	100	204	1.87	19.09
06	Testigo 6 - D.P 210	210	09/06/2023	23/06/2023	14	59756	100	203	1.87	19.11
07	Testigo 7 - D.P 210	210	09/06/2023	07/07/2023	28	66822	100	206	2.06	21.02
08	Testigo 8 - D.P 210	210	09/06/2023	07/07/2023	28	66486	100	203	2.08	21.24
09	Testigo 9 - D.P 210	210	09/06/2023	07/07/2023	28	64628	100	201	2.05	20.87

Donde:

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

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 3.5.6

### Resistencia a la tracción del concreto patrón - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



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

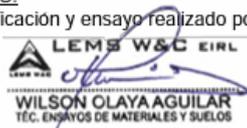
Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
 Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
 Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
 Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
 Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.P 280	280	10/06/2023	17/06/2023	7	62264	100	206	1.92	19.57
02	Testigo 2 - D.P 280	280	10/06/2023	17/06/2023	7	59987	100	201	1.90	19.40
03	Testigo 3 - D.P 280	280	10/06/2023	17/06/2023	7	60420	100	205	1.87	19.08
04	Testigo 4 - D.P 280	280	10/06/2023	24/06/2023	14	65343	100	203	2.04	20.82
05	Testigo 5 - D.P 280	280	10/06/2023	24/06/2023	14	66888	100	204	2.08	21.20
06	Testigo 6 - D.P 280	280	10/06/2023	24/06/2023	14	67146	100	203	2.10	21.45
07	Testigo 7 - D.P 280	280	10/06/2023	08/07/2023	28	76169	100	206	2.35	23.92
08	Testigo 8 - D.P 280	280	10/06/2023	08/07/2023	28	73995	100	203	2.32	23.63
09	Testigo 9 - D.P 280	280	10/06/2023	08/07/2023	28	75715	101	201	2.39	24.37

Donde:  
 D.P 280 : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup>  
 P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.7

### Módulo de elasticidad del concreto patrón - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



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

Solicitud de Ensayo: **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.

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

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>1</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 - fc 210 patrón	09/06/2023	16/06/2023	7	177.47	71	13.61185	0.000338	199408
Probeta 2 - fc 210 patrón	09/06/2023	16/06/2023	7	163.78	66	13.12944	0.000323	191913
Probeta 3 - fc 210 patrón	09/06/2023	16/06/2023	7	167.83	67	13.28276	0.000327	194317
Probeta 4 - fc 210 patrón	09/06/2023	23/06/2023	14	198.28	79	14.36465	0.000358	211134
Probeta 5 - fc 210 patrón	09/06/2023	23/06/2023	14	197.15	79	14.33327	0.000356	210633
Probeta 6 - fc 210 patrón	09/06/2023	23/06/2023	14	196.93	79	14.36431	0.000355	211079
Probeta 7 - fc 210 patrón	09/06/2023	07/07/2023	28	228.60	91	15.35519	0.000386	226655
Probeta 8 - fc 210 patrón	09/06/2023	07/07/2023	28	240.74	96	15.70444	0.000397	232070
Probeta 9 - fc 210 patrón	09/06/2023	07/07/2023	28	232.58	93	15.47721	0.000389	228540

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

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.8

### Módulo de elasticidad del concreto patrón - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3,5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitud de Ensayo: **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.

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

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Probeta 1 - f <sub>c</sub> 280 patrón	10/06/2023	17/06/2023	7	236.47	95	15.58277	0.000393	230252
Probeta 2 - f <sub>c</sub> 280 patrón	10/06/2023	17/06/2023	7	245.52	98	15.92875	0.000399	235425
Probeta 3 - f <sub>c</sub> 280 patrón	10/06/2023	17/06/2023	7	245.16	98	15.78506	0.000402	233437
Probeta 4 - f <sub>c</sub> 280 patrón	10/06/2023	24/06/2023	14	254.74	102	16.16935	0.000408	239353
Probeta 5 - f <sub>c</sub> 280 patrón	10/06/2023	24/06/2023	14	262.53	105	16.40972	0.000415	243020
Probeta 6 - f <sub>c</sub> 280 patrón	10/06/2023	24/06/2023	14	259.58	104	16.26113	0.000414	240825
Probeta 7 - f <sub>c</sub> 280 patrón	10/06/2023	08/07/2023	28	303.75	122	17.55761	0.000448	261065
Probeta 8 - f <sub>c</sub> 280 patrón	10/06/2023	08/07/2023	28	307.98	123	17.75301	0.000449	264003
Probeta 9 - f <sub>c</sub> 280 patrón	10/06/2023	08/07/2023	28	314.36	126	17.81295	0.000457	265007

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

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**B.**

**Concreto con ceniza de aserrín como  
reemplazo del cemento.**

## Anexo 3.5.9

Resistencia a la compresión del concreto con 5% de CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRIN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 07 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	35360	15.21	182	195
02	Testigo 2 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	32858	15.12	179	183
03	Testigo 3 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	32989	15.19	181	182
04	Testigo 4 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	39733	15.15	180	220
05	Testigo 5 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	39960	15.21	182	220
06	Testigo 6 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	39399	15.15	180	219
07	Testigo 7 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	45789	15.06	178	257
08	Testigo 8 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	48967	15.22	182	269
09	Testigo 9 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	47356	15.20	181	261

Donde:

f'c 210 + 5% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 5% de cenizas de Aserrín.

### 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 3.5.10

Resistencia a la compresión del concreto con 10% de CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 07 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

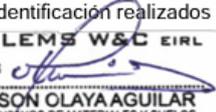
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	35091	15.20	181	193
02	Testigo 2 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	35861	15.19	181	198
03	Testigo 3 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	35437	15.20	181	195
04	Testigo 4 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	39046	15.21	182	215
05	Testigo 5 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	38560	15.18	181	213
06	Testigo 6 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	38909	15.21	182	214
07	Testigo 7 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	41326	15.19	181	228
08	Testigo 8 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	40848	15.29	183	223
09	Testigo 9 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	41818	15.33	185	227

Donde:

f'c 210 + 10% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 5% de cenizas de Aserrín.

### 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 3.5.11

Resistencia a la compresión del concreto con 15% de CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 07 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	27867	15.19	181	154
02	Testigo 2 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	28417	15.22	182	156
03	Testigo 3 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	28231	15.10	179	158
04	Testigo 4 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	31297	15.25	183	171
05	Testigo 5 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	31526	15.09	179	176
06	Testigo 6 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	31553	15.10	179	176
07	Testigo 7 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	35020	15.22	182	193
08	Testigo 8 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	34010	15.24	182	186
09	Testigo 9 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	35192	15.22	182	193

Donde:

f'c 210 + 115% C.A : Diseño Patron 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 5% de cenizas de Aserrín.

### 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 3.5.12

Resistencia a la compresión del concreto con 5% de CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	50501	15.20	181	278
02	Testigo 2 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	50182	15.25	183	275
03	Testigo 3 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	50343	15.25	183	276
04	Testigo 4 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	53468	15.23	182	294
05	Testigo 5 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	52312	15.19	181	289
06	Testigo 6 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	52707	15.19	181	291
07	Testigo 7 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	61916	15.17	181	343
08	Testigo 8 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	62056	15.24	182	340
09	Testigo 9 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	62204	15.26	183	340

Donde:

f'c 280 + 5% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 5% de cenizas de Aserrín.

### 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 3.5.13

Resistencia a la compresión del concreto con 10% de CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

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 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	44226	15.12	179	246
02	Testigo 2 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	43813	15.12	180	244
03	Testigo 3 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	43754	15.21	182	241
04	Testigo 4 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	45884	15.20	181	253
05	Testigo 5 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	46271	15.19	181	255
06	Testigo 6 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	46019	15.10	179	257
07	Testigo 7 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	53251	15.14	180	296
08	Testigo 8 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	52651	15.25	183	288
09	Testigo 9 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	53052	15.24	182	291

Donde:

f'c 280 + 10% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 10% de cenizas de Aserrín.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



## Anexo 3.5.14

### Resistencia a la compresión del concreto con 15% de CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

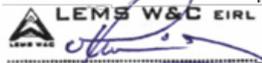
Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	37420	15.21	182	206
02	Testigo 2 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	36534	15.10	179	204
03	Testigo 3 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	36608	15.18	181	202
04	Testigo 4 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	38528	15.27	183	211
05	Testigo 5 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	37962	15.19	181	209
06	Testigo 6 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	38082	15.12	179	212
07	Testigo 7 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	45084	15.14	180	251
08	Testigo 8 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	45206	15.26	183	247
09	Testigo 9 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	45899	15.22	182	252

Donde:

f'c 280 + 15% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 15% de cenizas de Aserrín.

#### 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 3.5.15

Resistencia a la flexión del concreto con 5% de CA- 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

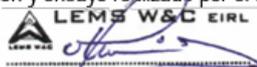
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 210 + 5% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	25920	450	152	152	0	3.34	<b>34.07</b>
02	Testigo 2 - f'c 210 + 5% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	23750	450	152	151	0	3.08	<b>31.40</b>
03	Testigo 3 - f'c 210 + 5% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	25070	450	152	152	0	3.19	<b>32.56</b>
04	Testigo 4 - f'c 210 + 5% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	31910	450	151	153	0	4.09	<b>41.75</b>
05	Testigo 5 - f'c 210 + 5% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	30690	450	150	151	0	4.01	<b>40.88</b>
06	Testigo 6 - f'c 210 + 5% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	31790	450	151	152	0	4.11	<b>41.90</b>
07	Testigo 7 - f'c 210 + 5% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	34520	450	151	150	0	4.57	<b>46.59</b>
08	Testigo 8 - f'c 210 + 5% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	34850	450	152	152	0	4.46	<b>45.51</b>
09	Testigo 9 - f'c 210 + 5% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	34540	450	151	152	0	4.45	<b>45.37</b>

Donde:

f'c 210 + 5% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 5% de Cenizas de Aserrín.

### 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 3.5.16

Resistencia a la flexión del concreto con 10% de CA- 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.  
  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

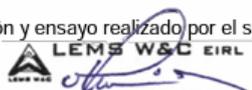
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 210 + 10% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	19230	450	152	151	0	2.50	25.51
02	Testigo 2 - f'c 210 + 10% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	20080	450	150	152	0	2.61	26.62
03	Testigo 3 - f'c 210 + 10% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	19900	450	151	152	0	2.58	26.26
04	Testigo 4 - f'c 210 + 10% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	27920	450	152	152	0	3.58	36.46
05	Testigo 5 - f'c 210 + 10% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	27180	450	152	151	0	3.52	35.92
06	Testigo 6 - f'c 210 + 10% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	27100	450	151	152	0	3.49	35.57
07	Testigo 7 - f'c 210 + 10% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	28890	450	152	151	0	3.77	38.48
08	Testigo 8 - f'c 210 + 10% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	29030	450	151	152	0	3.75	38.26
09	Testigo 9 - f'c 210 + 10% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	29700	450	152	152	0	3.81	38.81

Donde:

f'c 210 + 10% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 10% de Cenizas de Aserrín.

### 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 3.5.17

Resistencia a la flexión del concreto con 15% de CA- 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 210 + 15% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	17410	450	151	152	0	2.25	22.91
02	Testigo 2 - f'c 210 + 15% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	17880	450	152	152	0	2.29	23.30
03	Testigo 3 - f'c 210 + 15% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	16710	450	152	151	0	2.16	22.05
04	Testigo 4 - f'c 210 + 15% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	23200	450	152	152	0	2.99	30.51
05	Testigo 5 - f'c 210 + 15% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	22450	450	152	152	0	2.87	29.28
06	Testigo 6 - f'c 210 + 15% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	22820	450	150	151	0	3.00	30.62
07	Testigo 7 - f'c 210 + 15% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	24790	450	151	153	0	3.17	32.37
08	Testigo 8 - f'c 210 + 15% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	25370	450	152	151	0	3.29	33.50
09	Testigo 9 - f'c 210 + 15% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	25620	450	152	151	0	3.34	34.08

Donde:

f'c 210 + 15% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 15% de Cenizas de Aserrín.

### 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 3.5.18

Resistencia a la flexión del concreto con 5% de CA- 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

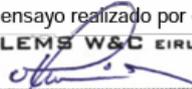
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>f</sub> (Mpa)	M <sub>f</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 280 + 5% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	32480	450	151	151	0	4.25	43.29
02	Testigo 2 - f'c 280 + 5% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	35460	450	152	151	0	4.58	46.67
03	Testigo 3 - f'c 280 + 5% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	33650	450	152	151	0	4.37	44.58
04	Testigo 4 - f'c 280 + 5% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	33880	450	152	150	0	4.47	45.55
05	Testigo 5 - f'c 280 + 5% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	35630	450	152	152	0	4.61	47.02
06	Testigo 6 - f'c 280 + 5% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	36330	450	152	151	0	4.73	48.20
07	Testigo 7 - f'c 280 + 5% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	38320	450	151	152	0	4.95	50.50
08	Testigo 8 - f'c 280 + 5% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	36900	450	152	152	0	4.74	48.37
09	Testigo 9 - f'c 280 + 5% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	37000	450	152	151	0	4.78	48.76

Donde:

f'c 280 + 5% C.A : Diseño Patron 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 5% de Cenizas de Aserrín.

### 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 3.5.19

Resistencia a la flexión del concreto con 10% de CA- 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Dias)	Fecha de ensayo (Dias)	Edad (Dias)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 280 + 10% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	28010	450	151	152	0	3.64	37.13
02	Testigo 2 - f'c 280 + 10% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	27070	450	152	152	0	3.49	35.58
03	Testigo 3 - f'c 280 + 10% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	26810	450	151	151	0	3.50	35.71
04	Testigo 4 - f'c 280 + 10% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	28220	450	151	152	0	3.64	37.17
05	Testigo 5 - f'c 280 + 10% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	30300	450	152	153	0	3.84	39.13
06	Testigo 6 - f'c 280 + 10% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	28390	450	151	151	0	3.71	37.79
07	Testigo 7 - f'c 280 + 10% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	29790	450	151	152	0	3.84	39.18
08	Testigo 8 - f'c 280 + 10% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	29360	450	152	152	0	3.74	38.19
09	Testigo 9 - f'c 280 + 10% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	31160	450	151	151	0	4.06	41.42

Donde:

f'c 280 + 10% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 10% de Cenizas de Aserrín.

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.20

Resistencia a la flexión del concreto con 15% de CA- 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

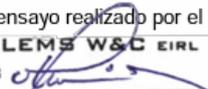
Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>f</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - f'c 280 + 15% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	24570	450	153	153	0	3.11	31.67
02	Testigo 2 - f'c 280 + 15% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	26310	450	152	152	0	3.39	34.61
03	Testigo 3 - f'c 280 + 15% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	24610	450	152	152	0	3.17	32.37
04	Testigo 4 - f'c 280 + 15% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	25760	450	152	151	0	3.34	34.06
05	Testigo 5 - f'c 280 + 15% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	27040	450	153	152	0	3.45	35.15
06	Testigo 6 - f'c 280 + 15% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	26200	450	152	151	0	3.40	34.69
07	Testigo 7 - f'c 280 + 15% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	26510	450	151	152	0	3.44	35.10
08	Testigo 8 - f'c 280 + 15% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	27380	450	151	151	0	3.57	36.37
09	Testigo 9 - f'c 280 + 15% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	28540	450	151	152	0	3.69	37.61

Donde:

f'c 280 + 15% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 15% de Cenizas de Aserrín.

### 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 3.5.21

Resistencia a la tracción del concreto con 5% de CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	67425	100	205	2.09	21.29
02	Probeta 2 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	60241	100	202	1.89	19.32
03	Probeta 3 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	61014	100	203	1.90	19.42
04	Probeta 4 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	69371	100	204	2.16	22.00
05	Probeta 5 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	68445	100	205	2.12	21.59
06	Probeta 6 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	70109	100	204	2.18	22.24
07	Probeta 7 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	73121	100	200	2.32	23.63
08	Probeta 8 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	73684	100	205	2.28	23.28
09	Probeta 9 - f'c 210 + 5% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	72195	100	204	2.25	22.95

Donde:

f'c 210 con 5% C.A : Diseño Patron 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 5% de Cenizas de Aserrín.

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

## Anexo 3.5.22

### Resistencia a la tracción del concreto con 10% de CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	49806	100	204	1.55	15.79
02	Probeta 2 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	57981	101	207	1.77	18.09
03	Probeta 3 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	53556	100	201	1.69	17.28
04	Probeta 4 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	64079	100	205	1.98	20.20
05	Probeta 5 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	58665	100	207	1.80	18.36
06	Probeta 6 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	60057	100	202	1.89	19.26
07	Probeta 7 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	64046	100	200	2.03	20.69
08	Probeta 8 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	61807	100	204	1.92	19.62
09	Probeta 9 - f'c 210 + 10% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	62416	100	205	1.93	19.71

Donde:

f'c 210 + 10% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> con 10% de Aserrín Calcinado como sustituto parcial del Cemento.

P: Carga

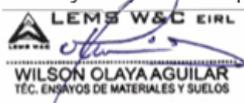
d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.23

### Resistencia a la tracción del concreto con 15% de CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	49155	100	204	1.53	15.59
02	Probeta 2 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	46467	100	205	1.44	14.69
03	Probeta 3 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	16/06/2023	7	47028	100	204	1.47	14.95
04	Probeta 4 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	50837	100	204	1.59	16.17
05	Probeta 5 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	52003	100	206	1.60	16.36
06	Probeta 6 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	23/06/2023	14	53356	100	203	1.67	17.03
07	Probeta 7 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	53329	100	204	1.66	16.94
08	Probeta 8 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	53898	100	207	1.66	16.91
09	Probeta 9 - f'c 210 + 15% C.A	210	09/06/2023	07/07/2023	28	55029	100	204	1.71	17.48

Donde:

f'c 210 + 15% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> + 15% de Cenizas de Aserrín.

P: Carga

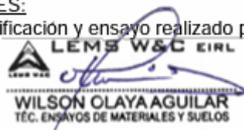
d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.24

### Resistencia a la tracción del concreto con 5% de CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2012 (revisada el 2017)

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 promedio (MPa)
01	Probeta 1 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	76366	100	207	2.34	23.90
02	Probeta 2 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	72423	100	205	2.24	22.84
03	Probeta 3 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	79162	100	202	2.49	25.37
04	Probeta 4 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	80356	100	205	2.49	25.34
05	Probeta 5 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	81268	100	207	2.49	25.37
06	Probeta 6 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	81748	100	205	2.53	25.80
07	Probeta 7 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	83795	100	205	2.59	26.42
08	Probeta 8 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	84720	100	206	2.62	26.70
09	Probeta 9 - f'c 280 + 5% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	85036	100	207	2.61	26.62

Donde:

f'c 280 + 5% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 5% de Cenizas de Aserrín.

P: Carga

d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.25

### Resistencia a la tracción del concreto con 10% de CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	66362	100	204	2.07	21.14
02	Probeta 2 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	70311	100	205	2.18	22.23
03	Probeta 3 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	67106	100	201	2.12	21.57
04	Probeta 4 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	69349	100	205	2.15	21.90
05	Probeta 5 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	71252	101	204	2.21	22.52
06	Probeta 6 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	71384	100	202	2.25	22.91
07	Probeta 7 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	71001	100	206	2.19	22.35
08	Probeta 8 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	76219	100	206	2.35	23.94
09	Probeta 9 - f'c 280 + 10% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	70847	100	205	2.20	22.43

Donde:

f'c 280 + 10% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 10% de Cenizas de Aserrín.

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

## Anexo 3.5.26

### Resistencia a la tracción del concreto con 15% de CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2012 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (kg/cm <sup>2</sup> )
01	Probeta 1 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	58773	100	207	1.81	18.47
02	Probeta 2 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	61337	100	207	1.88	19.21
03	Probeta 3 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	17/06/2023	7	64077	100	201	2.03	20.65
04	Probeta 4 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	65930	100	205	2.05	20.91
05	Probeta 5 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	65442	100	205	2.03	20.69
06	Probeta 6 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	24/06/2023	14	65813	100	203	2.06	21.02
07	Probeta 7 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	69722	100	206	2.15	21.88
08	Probeta 8 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	72969	100	206	2.25	22.91
09	Probeta 9 - f'c 280 + 15% C.A	280	10/06/2023	08/07/2023	28	63911	100	204	1.99	20.27

Donde:

f'c 280 + 15% C.A : Diseño Patron 280 Kg/cm<sup>2</sup> + 15% de Cenizas de Aserrín.

P: Carga

d: Diámetro

l: Longitud

T: Resistencia a la tracción simple.

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.27

### Módulo de elasticidad del concreto con 5% de CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo: **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 07 de julio del 2023.

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

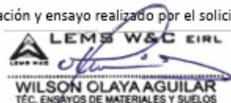
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
fc 210 con 5% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	200.09	80	14.47185	0.000358	212740
fc 210 con 5% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	183.71	73	14.29044	0.000341	203094
fc 210 con 5% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	187.18	75	14.45438	0.000344	205581
fc 210 con 5% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	221.86	89	15.15283	0.000379	223485
fc 210 con 5% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	222.25	89	15.11509	0.000381	222962
fc 210 con 5% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	221.77	89	15.11352	0.000380	222915
fc 210 con 5% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	254.69	102	16.17036	0.000408	239392
fc 210 con 5% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	273.09	109	16.69468	0.000424	247597
fc 210 con 5% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	263.71	105	16.47083	0.000415	244011

\*fc 210 con 5% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> con 5% de Cenizas de Aserrín.

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.28

### Módulo de elasticidad del concreto con 10% de CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



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

Solicitud de Ensayo: **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Vienes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Vienes, 07 de julio del 2023.

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

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
f'c 210 con 10% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	197.24	79	14.30459	0.000357	210245
f'c 210 con 10% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	200.77	80	14.40853	0.000361	211900
f'c 210 con 10% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	198.88	80	14.43646	0.000357	212191
f'c 210 con 10% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	218.60	87	14.99503	0.000378	221121
f'c 210 con 10% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	215.58	86	14.96844	0.000373	220573
f'c 210 con 10% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	218.41	87	15.01337	0.000377	221372
f'c 210 con 10% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	231.37	93	15.47826	0.000387	228556
f'c 210 con 10% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	228.41	91	15.35694	0.000385	226688
f'c 210 con 10% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	234.71	94	15.52475	0.000392	229330

f'c 210 con 10% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> con 10% de Cenizas de Aserrín.

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.29

### Módulo de elasticidad del concreto con 15% de CA - 210 Kg/cm<sup>2</sup>



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

Solicitud de Ensayo: **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Viernes, 16 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Viernes, 07 de julio del 2023.

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

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
f'c 210 con 15% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	157.25	63	12.90603	0.000316	188208
f'c 210 con 15% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	159.53	64	13.00973	0.000318	189775
f'c 210 con 15% C.A	09/06/2023	16/06/2023	7	159.11	64	12.96108	0.000318	189106
f'c 210 con 15% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	174.74	70	13.53985	0.000334	198206
f'c 210 con 15% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	175.55	70	13.54484	0.000336	198325
f'c 210 con 15% C.A	09/06/2023	23/06/2023	14	177.12	71	13.58947	0.000338	199069
f'c 210 con 15% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	198.39	79	14.36272	0.000358	211143
f'c 210 con 15% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	190.36	76	13.94754	0.000354	204888
f'c 210 con 15% C.A	09/06/2023	07/07/2023	28	197.30	79	14.31425	0.000357	210379

f'c 210 con 15% C.A : Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup> con 15% de Cenizas de Aserrín.

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.30

### Módulo de elasticidad del concreto con 5% de CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo: **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.

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

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon_u$ unitaria ( $\epsilon_u$ (S <sub>2</sub> ))	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
f'c 280 con 5% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	282.00	113	16.87051	0.000433	250439
f'c 280 con 5% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	280.21	112	16.89940	0.000430	250797
f'c 280 con 5% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	283.69	113	17.04094	0.000431	252923
f'c 280 con 5% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	296.16	118	17.37431	0.000442	258152
f'c 280 con 5% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	292.15	117	17.25082	0.000439	256269
f'c 280 con 5% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	295.97	118	17.42561	0.000440	258872
f'c 280 con 5% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	351.28	141	18.86691	0.000482	281363
f'c 280 con 5% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	347.42	139	18.74449	0.000480	279491
f'c 280 con 5% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	347.37	139	18.70542	0.000481	278944

\*f'c 280 con 5% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> con 5% de Cenizas de Aserrín.

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.31

### Módulo de elasticidad del concreto con 10% de CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



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

Solicitud de Ensayo : **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.

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

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
f'c 280 con 10% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	246.29	99	15.92574	0.000401	235529
f'c 280 con 10% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	244.61	98	15.88129	0.000399	234845
f'c 280 con 10% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	246.53	99	15.93402	0.000401	235684
f'c 280 con 10% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	253.85	102	16.16102	0.000407	239206
f'c 280 con 10% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	256.04	102	16.21858	0.000409	240131
f'c 280 con 10% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	257.56	103	16.22265	0.000411	240264
f'c 280 con 10% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	300.11	120	17.49627	0.000444	260041
f'c 280 con 10% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	293.99	118	17.37867	0.000438	258119
f'c 280 con 10% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	297.41	119	17.42474	0.000442	258910

f'c 280 con 10% C.A : Diseño Patron 280 Kg/cm<sup>2</sup> con 10% de Cenizas de Aserrín.

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 3.5.32

### Módulo de elasticidad del concreto con 15% de CA - 280 Kg/cm<sup>2</sup>



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

Solicitud de Ensayo: **2004A-23/LEMS W&C**  
Solicitante : JONATHAN ALEXIS TERRONES VÁSQUEZ  
Proyecto / Obra : Tesis "PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Jueves, 20 de abril del 2023.  
Inicio de Ensayo : Sábado, 17 de junio del 2023.  
Fin de Ensayo : Sábado, 08 de julio del 2023.

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

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
f'c 280 con 15% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	209.94	84	14.34967	0.000379	211619
f'c 280 con 15% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	204.51	82	14.52927	0.000365	213836
f'c 280 con 15% C.A	10/06/2023	17/06/2023	7	207.09	83	14.66956	0.000366	215919
f'c 280 con 15% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	213.99	86	14.90182	0.000372	219564
f'c 280 con 15% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	210.83	84	14.74507	0.000370	217175
f'c 280 con 15% C.A	10/06/2023	24/06/2023	14	212.60	85	14.82163	0.000372	218341
f'c 280 con 15% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	255.08	102	16.15324	0.000409	239163
f'c 280 con 15% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	254.58	102	16.23569	0.000406	240279
f'c 280 con 15% C.A	10/06/2023	08/07/2023	28	256.27	103	16.30465	0.000407	241337

f'c 280 con 15% C.A : Diseño Patrón 280 Kg/cm<sup>2</sup> con 15% de Cenizas de Aserrín.

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## **Anexo 4.**

### **Certificados de calibración**

## Anexo 4.1.

### Certificado de calibración de la prensa de concreto

<b>CALIBRATEC S.A.C.</b>		<b>CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b>
<b>LABORATORIO DE METROLOGIA</b>		RUC: 20606479680
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>		
<b>CA - LF - 024 - 2022</b>		
Página 1 de 3		
<b>1. Expediente</b>	0117-2022	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</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>2. Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	2000 kN	
<b>Marca</b>	AyA INSTRUMENT	
<b>Modelo</b>	STYE-2000B	
<b>Número de Serie</b>	131214	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	MC	
<b>Modelo</b>	STYE-2000B	
<b>Número de Serie</b>	131214	
<b>Resolución</b>	0.01 / 0.1 kN (*)	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2022-01-21	
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>	<b>Sello</b>
2022-01-22		
	<b>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</b>	
<b>977 997 385 - 913 028 621</b>	<b>Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima</b>	
<b>913 028 622 - 913 028 623</b>	<b>comercial@calibratec.com.pe</b>	
<b>913 028 624</b>	<b>CALIBRATEC SAC</b>	

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en 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.

### 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	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	62 % HR	62 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 038-21A
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

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



☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 622 - 913 028 623

☎ 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LF - 024 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)	Patrón de Referencia
10	100	100.0	99.0	100.0	99.8
20	200	199.0	200.5	201.3	200.2
30	300	298.8	300.4	299.3	299.7
40	400	397.4	399.4	398.8	398.6
50	500	495.8	501.8	502.4	500.5
60	600	597.1	597.4	597.9	597.7
70	700	696.1	696.7	695.7	696.6
80	800	798.9	799.1	799.5	799.1
90	900	898.6	900.1	896.6	898.5
100	1000	1001.0	1002.9	1000.5	1001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
100	0.21	1.00	-1.30	0.10	0.81
200	-0.08	1.15	0.25	0.05	0.75
300	0.12	0.53	0.07	0.03	0.63
400	0.34	0.50	0.10	0.03	0.61
500	-0.11	1.31	-0.06	0.02	0.85
600	0.39	0.13	-0.18	0.02	0.58
700	0.49	0.14	-0.14	0.01	0.59
800	0.11	0.07	0.02	0.01	0.58
900	0.17	0.38	0.16	0.01	0.60
1000	-0.13	0.25	0.20	0.01	0.58

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



### 12. Incertidumbre

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

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

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 622 - 913 028 623

☎ 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

## Anexo 4.2.

### Certificado de calibración del 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
Nº 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	 Madimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JARAÑA 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.



## Anexo 4.3.

Certificado de calibración de la balanza electrónica de 0.2 g

<b>CALIBRATEC S.A.C.</b>		<b>CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b>
<b>LABORATORIO DE METROLOGIA</b>		RUC: 20606479680
<b>Área de Metrología</b> Laboratorio de Masas		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>CA - LM - 033 - 2022</b>
		Página 1 de 4
<b>1. Expediente</b>	<b>0117-2022</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</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>2. Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE</b>	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>2000 g</b>	
<b>División de escala (d)</b>	<b>0.01 g</b>	
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>0.1 g</b>	
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>	
<b>Marca</b>	<b>AMPUT</b>	
<b>Modelo</b>	<b>457</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Capacidad mínima</b>	<b>0.2 g</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2022-01-21</b>	
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>2022-01-22</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>
		<b>Sello</b>
	<b>MANUEL ALEJANDRO ALAGA TORRES</b>	
<b>977 997 385 - 913 028 621</b>	<b>Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima</b>	
<b>913 028 622 - 913 028 623</b>	<b>comercial@calibratec.com.pe</b>	
<b>913 028 624</b>	<b>CALIBRATEC SAC</b>	

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

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
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021

### 10. Observaciones

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



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

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

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición Nº	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 EXCENRICIDAD



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		0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0
2		0.11	8	7	1000.00	1000.00	4	1	-6
3	0.10	0.10	6	-1	1000.00	1000.00	6	-1	0
4		0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0
5		0.10	6	-1	1000.01	1000.01	8	7	8
Error máximo permissible									200

\* Valor entre 0 y 10e

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 033 - 2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	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)	
0.10	0.10	6	-1					
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>o</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

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 \text{ R}$$

#### 12. Incertidumbre

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

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

Fin del documento



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

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

## Anexo 4.4.

### Certificado de calibración de la balanza electrónica de 20 g

<b>CALIBRATEC S.A.C.</b>		<b>CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS</b>
<b>LABORATORIO DE METROLOGIA</b>		RUC: 20606479680
<b>Área de Metrología</b> Laboratorio de Masas		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b> <b>CA - LM - 032 - 2022</b>
		Página 1 de 4
<b>1. Expediente</b>	<b>0117-2022</b>	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</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>2. Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS CHICLAYO LAMBAYEQUE</b>	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
<b>Capacidad Máxima</b>	<b>30000 g</b>	
<b>División de escala (d)</b>	<b>1 g</b>	
<b>Div. de verificación (e)</b>	<b>1 g</b>	
<b>Clase de exactitud</b>	<b>III</b>	
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>R31P30</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>8336460679</b>	
<b>Capacidad mínima</b>	<b>20 g</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>U.S.A.</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2022-01-21</b>	
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>2022-01-22</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>
		<b>Sello</b>
	<b>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</b>	
<b>☎ 977 997 385 - 913 028 621</b>	<b>☎ Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima</b>	
<b>☎ 913 028 622 - 913 028 623</b>	<b>✉ comercial@calibratec.com.pe</b>	
<b>☎ 913 028 624</b>	<b>🏢 CALIBRATEC SAC</b>	

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

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
METROIL	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0687-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	M-0688-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0726-2021
METROIL	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	M-0689-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	T-1774-2021

### 10. Observaciones

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



☎ 977-997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 622 - 913.028.623

☎ 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

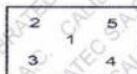
AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C



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

\* Valor entre 0 y 10e

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LM - 032 - 2022

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>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



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

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

## Anexo 4.5.

### Certificado de calibración del horno

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

RUC: 20606479680

---

**Área de Metrología**  
*Laboratorio de Temperatura*

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CA - LT - 012 - 2022

Página 1 de 5

---

**1. Expediente** 0117-2022

**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** HORNO

**Alcance Máximo** 300 °C

**Marca** QL

**Modelo** NO INDICA

**Número de Serie** NO INDICA

**Procedencia** NO INDICA

**Identificación** LT-012

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

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

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

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

---

Descripción	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	TERMOSTATO	TERMÓMETRO DIGITAL

---

**5. Fecha de Calibración** 2022-01-21

Fecha de Emisión  
2022-01-22

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



---

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 622 - 913 028 623

☎ 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 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	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
MSG - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-038	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LTT21-0008
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	T-1774-2021

### 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.



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.1 °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		



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	18.1
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	19.9
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	20.0

- 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.

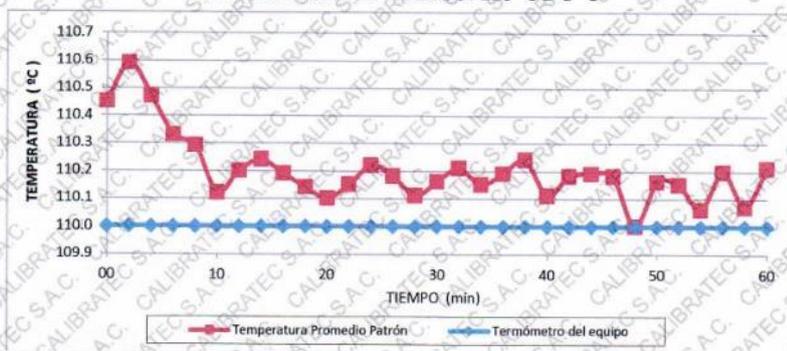


Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

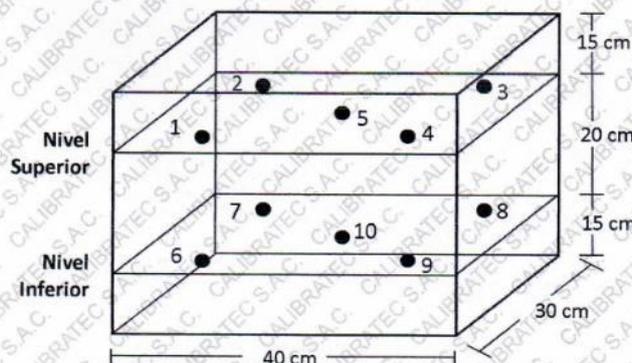
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA - LT - 012 - 2022

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 estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



# **Anexo 5.**

## **Análisis estadístico**

## Anexo 5.1

Colegiatura N° 75063

### Ficha de validación según AIKEN

#### I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Ing. Luis Mariano Villegas Granados	Ingeniero Civil y Docente a Tiempo Completo de la USS	Prueba de Compresión, Flexión, Tracción y Módulo de Elasticidad	Terrones Vásquez Jonathan Alexis
<b>Título de la Investigación:</b> Propiedades Físico Mecánicas del Concreto Adicionando Cenizas de Aserrín Como Sustituto Parcial del Cemento			

#### II. Aspectos de validación de cada ítem

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

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACION Y OPINIÓN
1	ACUERDO	APLICABLE
2	ACUERDO	APLICABLE
3	ACUERDO	APLICABLE
4	ACUERDO	APLICABLE

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

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		SI	No	SI	No	SI	No	SI	No
	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	
	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

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

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Luis Mariano Villegas Granados

Especialidad: Ingeniero Civil

## Anexo 5.2

Colegiatura N° 30694

### Ficha de validación según AIKEN

#### I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Ing. Néstor Raúl Salinas Vásquez	Ingeniero Civil y Docente a Tiempo Completo de la USS	Prueba de Compresión, Flexión, Tracción y Módulo de Elasticidad	Terrones Vásquez Jonathan Alexis
<b>Título de la Investigación:</b> Propiedades Físico Mecánicas del Concreto Adicionando Cenizas de Aserrín Como Sustituto Parcial del Cemento			

#### II. Aspectos de validación de cada ítem

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

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

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

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	
	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

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

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Néstor Raúl Salinas Vásquez

Especialidad: Ingeniero Civil

  
 Ing. Néstor Salinas Vásquez  
 ING. NIERO CIVIL  
 CIP N° 30694

## Anexo 5.3

Colegiatura N° 70459

### Ficha de validación según AIKEN

#### I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Ing. Hugo Javier Amorós Gálvez	Ingeniero Civil – Supervisor de Obra en Consorcio EDING_Cutervo	Prueba de Compresión, Flexión, Tracción y Módulo de Elasticidad	Terrones Vásquez Jonathan Alexis
<b>Título de la Investigación:</b> Propiedades Físico Mecánicas del Concreto Adicionando Cenizas de Aserrín Como Sustituto Parcial del Cemento			

#### II. Aspectos de validación de cada ítem

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

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

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

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	
	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

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

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Hugo Javier Amorós Gálvez.

Especialidad: Ingeniero Civil

  
Hugo Javier Amorós Gálvez  
INGENIERO CIVIL  
OIP N° 70459

## Anexo 5.4

Colegiatura N° 236055

### Ficha de validación según AIKEN

#### I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Ing. Dagomar Medina Saucedo	Ingeniero Civil – Especialista en Estructuras en Consorcio EDING – Cutervo	Prueba de Compresión, Flexión, Tracción y Módulo de Elasticidad	Terrones Vásquez Jonathan Alexis
<b>Título de la Investigación:</b> Propiedades Físico Mecánicas del Concreto Adicionando Cenizas de Aserrín Como Sustituto Parcial del Cemento			

#### II. Aspectos de validación de cada ítem

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

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

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

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Comprensión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	
	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Comprensión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

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

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. Dagomar Medina Saucedo

Especialidad: Ingeniero Civil

  
DAGOMAR MEDINA SAUCEDO  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 236055

## Anexo 5.5

### Colegiatura N° 210490

#### Ficha de validación según AIKEN

##### I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Ing. José Alex Terrones Carrero	Ingeniero Civil – Residente de Obra en Consorcio HATARICHIY – Cutervo	Prueba de Compresión, Flexión, Tracción y Módulo de Elasticidad	Terrones Vásquez Jonathan Alexis
<b>Título de la Investigación:</b> Propiedades Físico Mecánicas del Concreto Adicionando Cenizas de Aserrín Como Sustituto Parcial del Cemento			

##### II. Aspectos de validación de cada ítem

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

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

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

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	
	<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	X		X		X		X	
2	flexión	X		X		X		X	
3	tracción	X		X		X		X	
4	MOE	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

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

Apellidos y nombres del juez validador: Ing. José Alex Terrones Carrero.

Especialidad: Ingeniero Civil

  
 José Alex Terrones Carrero  
 CIP: 210490  
 INGENIERO CIVIL

## **Anexo 6.**

### Validez de instrumentos

**Anexo 6.1**

Claridad

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INSTRUMENTO SOBRE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN  
COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO

	Claridad							
	210 kg/cm <sup>2</sup>				280 kg/cm <sup>2</sup>			
	Compresion	Flexion	Traccion	MOE	Compresion	Flexion	Abrasion	MOE
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5	5
n	5							
c	2							
V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por criterio	1							

## Anexo 6.2

### Contexto

		Contexto									
		210 Kg/cm2					280 Kg/cm2				
		Compresió n	Flexió n	Tracció n	MO E	Temperatur a	Compresió n	Flexió n	Tracció n	MO E	Temperatur a
	JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	s	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	n	5									
	c	2									
	V de Alken por preg=	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	V de Aiken por criterio	1									

**Anexo 6.3**  
Congruencia

		Congruencia									
		210 Kg/cm2					280 Kg/cm2				
		Compresió n	Flexió n	Tracció n	MO E	Temperatur a	Compresió n	Flexió n	Tracció n	MO E	Temperatur a
	JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	s	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	n	5									
	c	2									
	V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	V de Aiken por criterio	1									

### Anexo 6.4

#### Dominio del constructo

		Dominio del constructo									
		210 Kg/cm <sup>2</sup>					280 Kg/cm <sup>2</sup>				
		Compresión	Flexión	Tracción	MOE	Temperatura	Compresión	Flexión	Tracción	MOE	Temperatura
	JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	s	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	n	5									
	c	2									
	V de Aiken por preg=	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	V de Aiken por criterio	1									

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

1.000

  
**Luis Arturo Montenegro Conacho**  
 LIC. ESTADÍSTICA  
 MG. INVESTIGACIÓN  
 DR. EDUCACIÓN  
 COESPE 262

## Anexo 6.5

### Estadísticas de fiabilidad

#### VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO CENIZAS DE ASERRÍN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO

##### Estadísticas de fiabilidad

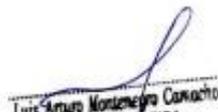
Alfa de Cronbach	N de elementos
,863	8

	Fc	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Comprensión		,905	,832
Flexión	210 Kg/cm <sup>2</sup>	1,000	,825
Tracción		,000	,881
MOE		1,000	,825
Comprensión		,163	,879
Flexión	280 Kg/cm <sup>2</sup>	,599	,870
Tracción		,967	,797
MOE		,787	,839

##### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		51,083	2	25,542		
Intra sujetos	Entre elementos	162263,333	7	23180,476	6634,276	,000
	Residuo	48,917	14	3,494		
	Total	162312,250	21	7729,155		
Total		162363,333	23	7059,275		

En las tablas se observa que, el instrumento es sobre propiedades físico mecánicas del concreto adicionando cenizas de aserrín como sustituto parcial del cemento es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo  $p < 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de Cronbach es mayor a 0.80).



Luis Arturo Montenegro Corvacho  
LIC. ESTADÍSTICA  
MG. INVESTIGACIÓN  
DR. EDUCACIÓN  
COESPE 762

# **Anexo 7.**

## **Panel Fotográfico**

## Anexo 7.1. Ensayos de áridos



**Fig. 43.** Ensayo de peso unitario suelto y compactado del árido grueso.



**Fig. 44.** Ensayo de peso unitario suelto y compactado del árido fino.



**Fig. 45.** Ensayo de peso específico y absorción del árido fino.



**Fig. 46.** Ensayo de peso específico y absorción del árido grueso.



**Fig. 47.** Ensayo de contenido de humedad del árido fino y grueso.

#### **Anexo 7.2. Ensayos a la ceniza de aserrín**



**Fig. 48.** Índice de actividad puzolánica de la ceniza de aserrín



**Fig. 49.** Contenido de humedad de la ceniza de aserrín.



**Fig. 50.** Resistencia a la compresión de los cubos de concreto con ceniza de aserrín.

### Anexo 7.3. Propiedades físicas y mecánicas del concreto



Fig. 51. Realización de la mezcla de concreto con cenizas de aserrín.



Fig. 52. Ensayo de consistencia del concreto en su estado fresco.



**Fig. 53.** Ensayo de peso unitario del concreto.



**Fig. 54.** Ensayo de contenido de aire.



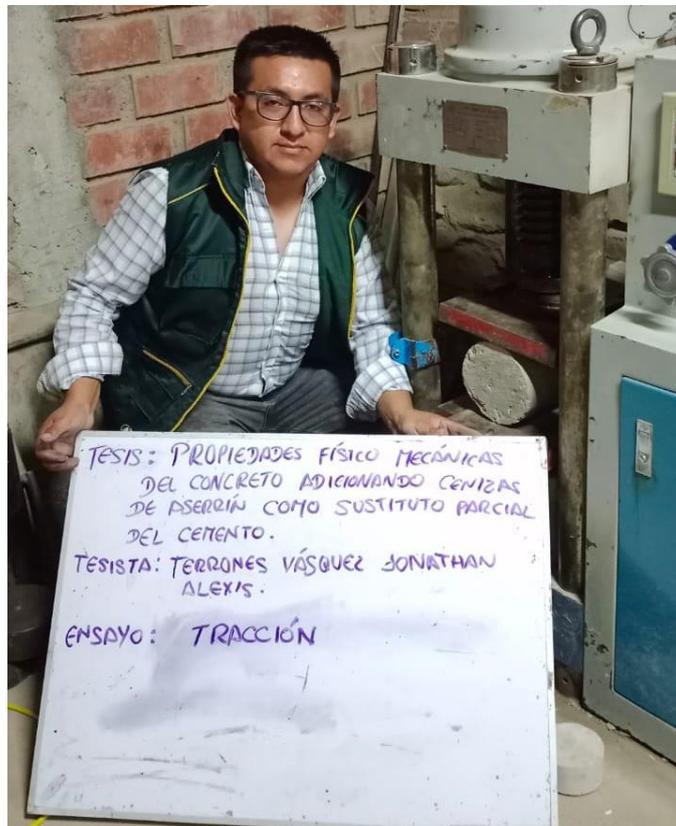
**Fig. 55.** Vaciado de probetas y vigas.



**Fig. 56.** Resistencia a la compresión



**Fig. 57.** Resistencia a la flexión



**Fig. 58.** Resistencia a la tracción

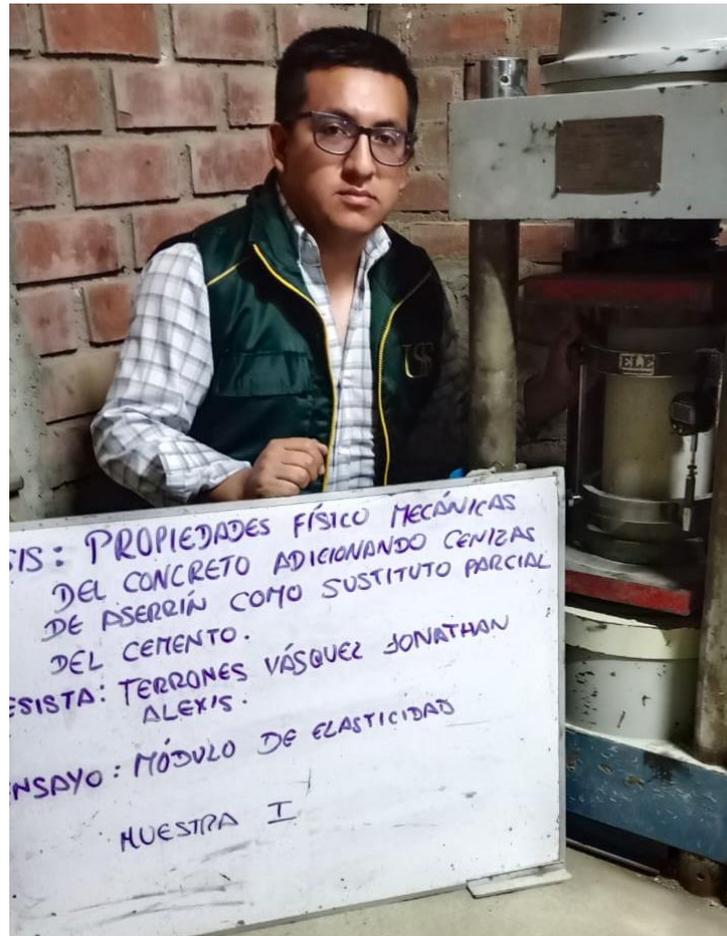


Fig. 59. Módulo de elasticidad