



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia de la fibra de hoja de piña en propiedades mecánicas del  
concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera Carapongo, Lima 2023.

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Llactas Hilario, Gerson Leonardo (orcid.org/0000-0002-0902-5613)

**ASESOR:**

M.Sc. Medrano Sanchez, Emilio José (orcid.org/0000-0003-0002-5876)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

### **Dedicatoria**

- A mi familia que siempre me apoyaron emocionalmente en este proceso de la elaboración de la tesis, a mi madre que siempre la tengo presente y en especial a mi hija Sofia, quien con su llegada me motivó aún más a culminar esta investigación.

### **Agradecimiento**

- En primer lugar, a Dios por la oportunidad me dio para mejorar día a día y también al M.Sc. Emilio José Medrano Sánchez, quien por sus enseñanzas ha sido posible elaborar y culminar esta investigación.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MEDRANO SANCHEZ EMILIO JOSÉ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de la fibra de hoja de piña en propiedades mecánicas del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera Carapongo, Lima 2023.", cuyo autor es LLACTAS HILARIO GERSON LEONARDO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 03 de Noviembre del 2023

| <b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>   | <b>Firma</b>  |
|--|---|
| EMILIO JOSÉ MEDRANO SANCHEZ<br><b>DNI:</b> 21815819<br><b>ORCID:</b> 0000-0003-0002-5876 | Firmado electrónicamente<br>por: EMEDRANOS el 03-<br>11-2023 16:58:43 |

Código documento Trilce: TRI - 0652845



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, LLACTAS HILARIO GERSON LEONARDO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de la fibra de hoja de piña en propiedades mecánicas del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera Carapongo, Lima 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

| <b>Nombres y Apellidos</b>  | <b>Firma</b>  |
|---|---|
| LLACTAS HILARIO GERSON LEONARDO<br><b>DNI:</b> 46737610<br><b>ORCID:</b> 000-0002-0902-5613 | Firmado electrónicamente<br>por: GLLACTASH el 08-12-<br>2023 12:12:32 |

Código documento Trilce: INV - 1474006

## Índice de contenidos

|  |      |
|--|------|
| Carátula .....   | i    |
| Dedicatoria .....  | ii   |
| Agradecimiento .....                                     | iii  |
| Índice de contenidos .....                               | iv   |
| Índice de tablas .....                                   | v    |
| Índice de figuras .....                                  | vi   |
| RESUMEN .....  | vii  |
| ABSTRACT .....   | viii |
| I. INTRODUCCIÓN .....                                    | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO .....                                  | 6    |
| III. METODOLOGÍA .....                                   | 19   |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación .....                 | 19   |
| 3.2 Variables y Operacionalización .....                 | 20   |
| 3.3 Población, muestra y muestreo.....                   | 22   |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 24   |
| 3.5 Procedimientos .....                                 | 25   |
| 3.6 Métodos de análisis de datos.....                    | 35   |
| 3.7 Aspectos éticos .....                                | 35   |
| IV. RESULTADOS.....                                      | 36   |
| 4.1 Validez y confiabilidad.....                         | 36   |
| 4.2 Tablas y gráficas descriptivas .....                 | 36   |
| 4.3 Estadística inferencial .....                        | 45   |
| V. DISCUSIÓN .....                                       | 55   |
| VI. CONCLUSIONES .....                                   | 60   |
| VII. RECOMENDACIONES.....                                | 61   |
| REFERENCIAS:.....  | 63   |
| ANEXOS .....   | 67   |

## Índice de tablas

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabla 1.  | Cantidad de especímenes de concreto a ensayar. ....                    | 35 |
| Tabla 2.  | Granulometría de la arena gruesa .....                                 | 37 |
| Tabla 3.  | Granulometría de la piedra H67 .....                                   | 38 |
| Tabla 4.  | Caracterización de la piedra H67 y arena gruesa. ....                  | 39 |
| Tabla 5.  | Diseño para concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ (patrón). ....            | 40 |
| Tabla 6.  | Diseño para concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ con adición de FHP. ....  | 40 |
| Tabla 7.  | Resultados de ensayos de compresión. ....                              | 41 |
| Tabla 8.  | Resultados de ensayos de tracción indirecta. ....                      | 42 |
| Tabla 9.  | Resultados de ensayos de flexión. ....                                 | 43 |
| Tabla 10. | Prueba de normalidad hipótesis específica 1 - Compresión. ....         | 46 |
| Tabla 11. | Prueba de normalidad hipótesis específica 2 – Tracción indirecta<br>47 |    |
| Tabla 12. | Prueba de normalidad hipótesis específica 3 – Flexión. ....            | 49 |
| Tabla 13. | Prueba de ANOVA – Resistencia a la compresión 28 días. ....            | 50 |
| Tabla 14. | Prueba de Tukey – Resistencia a la compresión a los 28 días..          | 51 |
| Tabla 15. | Prueba de ANOVA – Resistencia a la tracción a los 28 días. ....        | 52 |
| Tabla 16. | Prueba de Tukey – Resistencia a la tracción a los 28 días. ....        | 53 |
| Tabla 17. | Prueba de ANOVA – Resistencia a la flexión a los 28 días. ....         | 54 |
| Tabla 18. | Prueba de Tukey – Resistencia a la flexión a los 28 días. ....         | 55 |

## Índice de figuras

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 1.  | Fotografía de la fibra de la hoja de piña con primer tratamiento químico.               | 12 |
| Figura 2.  | Tipos de Fallas de especímenes cilíndricas de concreto bajo cargas a compresión. ....   | 14 |
| Figura 3.  | Ensayo de tracción indirecta de probetas cilíndricas. ....                              | 15 |
| Figura 4.  | Esquema de un espécimen sometido a flexión para método de carga a los tercios. ....     | 17 |
| Figura 5.  | Esquema de un espécimen sometido a flexión para método de carga en el punto medio. .... | 17 |
| Figura 6.  | Plantación de piña hawaiana del fundo Las delicias de Portillo Alto.                    | 25 |
| Figura 7.  | Recojo de las hojas de piña hawaiana.....   | 26 |
| Figura 8.  | Lavado de las hojas de piña hawaiana. ....  | 26 |
| Figura 9.  | Retiro de espinas laterales de la hoja de piña. ....                                    | 27 |
| Figura 10. | Disolución del hidróxido de sodio para desfibrado químico de la hoja.                   | 27 |
| Figura 11. | Reposo de la hoja de piña en solución química.....                                      | 28 |
| Figura 12. | Rasgado de hojas para eliminación de la pulpa .....                                     | 28 |
| Figura 13. | Fibra de hoja de piña hawaiana seca. ....   | 29 |
| Figura 14. | Corte de la fibra en tramos de 5 cm.....  | 30 |
| Figura 15. | Longitud de corte de la fibra (5 cm) .....  | 30 |
| Figura 16. | Fibra de hoja de piña cortada .....   | 31 |
| Figura 17. | Diseños de mezclas para mezcladora de 210 litros.....                                   | 33 |
| Figura 18. | Curva granulométrica del agregado fino .....  | 37 |
| Figura 19. | Curva granulométrica del agregado grueso .....  | 38 |
| Figura 20. | Resultados de ensayos de compresión axial.....  | 41 |
| Figura 21. | Resultados de ensayos de tracción indirecta.....  | 42 |
| Figura 22. | Resultados de ensayos de flexión. ....  | 44 |

## RESUMEN

El **objetivo** de esta investigación fue evaluar la influencia de la fibra de hoja de piña (FHP), hawaiana, en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ , con agregados extraídos de la cantera de Carapongo. Para tal fin se utilizó una **metodología** de investigación tipo aplicada desde un alcance correlacional y un diseño cuasiexperimental. La técnica utilizada es la observación y los instrumentos son las guías de observación, para ambas variables. La población está constituida por la cantera de Carapongo de donde se obtendrá la muestra de agregados finos y gruesos para la elaboración de concreto, siendo la unidad de análisis los granos que los conforman. Los **resultados** demostraron que al incorporar 1.5% FHP en el concreto patrón, su resistencia a la compresión se incrementa en 6.9%, su resistencia a la tracción indirecta en 18.1% y su resistencia a la flexión en 17.3%, a los 28 días de edad; los cuales han sido corroborados con la aplicación de la estadística inferencial. Además, en los gráficos elaborados no se observó un punto de inflexión en los resultados de las propiedades mecánicas del concreto. Por consiguiente, se **concluyó** que la FHP influye positivamente en las propiedades mecánicas de concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ .

**Palabras clave:** Concreto de alta resistencia, fibras vegetales, reforzamiento de concreto, fibra de hoja de piña, propiedades mecánicas del concreto.

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to evaluate the influence of Hawaiian pineapple leaf fiber (FHP) on the mechanical properties of concrete  $f'_c=600\text{kg/cm}^2$ , with aggregates extracted from the Carapongo quarry. For this purpose, an applied research methodology was used from a correlational scope and a quasi-experimental design. The technique used is observation and the instruments are observation guides, for both variables. The population is made up of the Carapongo quarry from which the sample of fine and coarse aggregates for the production of concrete will be obtained, the unit of analysis being the grains that make them up. The results showed that by incorporating 1.5% FHP in the pattern concrete, its compressive strength increased by 6.9%, its indirect tensile strength by 18.1% and its flexural strength by 17.3%, at 28 days of age; which have been corroborated with the application of inferential statistics. Furthermore, in the graphs prepared, no turning point was observed in the results of the mechanical properties of the concrete. Therefore, it was concluded that FHP positively influences the mechanical properties of concrete  $f'_c=600\text{kg/cm}^2$ .

**Keywords:** High resistance concrete, vegetable fibers, concrete reinforcement, pineapple leaf fiber, mechanical properties of concrete.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto es un material compuesto que se desempeña muy bien cuando está sometido a esfuerzos de compresión, sin embargo, su desempeño no es el mismo bajo esfuerzos de tracción y flexión, reduciendo su capacidad significativamente a razón del 10% respecto a su resistencia a la compresión ( $f_c$ ). Por lo tanto, es conveniente considerar lo indicado por Morales quien precisa que la capacidad del concreto para soportar esfuerzos a tracción es reducida y su agrietamiento inicia aproximadamente cuando el concreto obtiene el 10% del  $f_c$ ; por lo que para estructuras de concreto armado, se asume que el acero de refuerzo recibe toda la fuerza en tracción (2006, p. 10).

Por otro lado, el concreto de alta resistencia, variable dependiente, tiene un desempeño similar a los concretos convencionales bajo los esfuerzos indicados en el párrafo anterior, dado que, al elevar su capacidad de soportar esfuerzos a la compresión, se elevará mínimamente su capacidad de resistir esfuerzos de tracción (directa o indirecta) y flexión, con la tendencia a reducir más, porcentualmente, si se incrementa su resistencia a esfuerzos de compresión. Según Rivva de los estudios realizados a concretos de alta resistencia, por encima de  $840 \text{ kg/cm}^2$  y curados por 28 días, se concluye que su capacidad de resistir esfuerzos de tracción indirecta puede reducirse al 5%. Además, para este tipo de concretos especiales (alta resistencia), los resultados para los ensayos a tracción indirecta equivalen al 70% de los resultados a flexión (2014, p. 37-38).

Lo mencionado previamente, toma relevancia cuando se describe al distrito de Lurigancho Chosica en Lima. Distrito que, debido a su crecimiento demográfico en estos últimos años ha permitido el aumento en la construcción de edificaciones y obras viales de mediana y gran envergadura, como condominios de mediana altura, by pass, puentes peatonales; así como también, autopista de gran importancia y de alto tráfico como la carretera Central; lo cual demanda el buen desempeño y rendimiento del concreto a usar, particularmente en sus propiedades mecánicas, y con mayor énfasis en concretos de alta resistencia.

Asimismo, durante el desarrollo de la ingeniería para las estructuras de concreto armado se considera principalmente la competencia de soportar esfuerzos de compresión del concreto ( $f_c$ ). Sin embargo, durante el proceso constructivo se requiere mejorar, en el menor tiempo posible, otras propiedades mecánicas como la de flexión y tracción con el propósito de reducir los tiempos de permanencia del encofrado en fondo de vigas y losas dado que, estos elementos deben estar posicionados hasta que el concreto armado, tenga la competencia de soportarse a sí mismo, que por lo general tiene un periodo de duración de 7 a 14 días.

En tal sentido y bajo los términos expuestos de forma previa, existe la necesidad de buscar alternativas que mejoren las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia, motivo por el cual, la presente investigación propone; la incorporación de fibra de hoja de piña en dosificaciones variadas, a la mezcla de concreto, con el propósito de mejorar sus propiedades mecánicas en lo referente al desempeño bajo los esfuerzos de compresión, tracción y flexión.

Frente a similar realidad problemática y en el nivel internacional, en la ciudad de Hannover – Alemania, Bittner y Oettel (2022) plantearon soluciones similares, las cuales son reflejadas en su artículo científico titulado “Concreto reforzado con fibras vegetales naturales: Investigaciones sobre la aplicación de fibras de bambú en concreto de ultra alto rendimiento”. Los investigadores plantearon el objetivo de incrementar el desempeño mecánico del concreto, principalmente a la tracción y demostraron que, añadiendo de 1.5% a 2.5% de fibras de bambú en un concreto de ultra alta resistencia (respecto al peso del cemento), se incrementó la ductilidad, evitando la falla frágil del concreto. Similar situación se presentó en la ciudad de Najran – Arabia Saudita, según Althoey et al. (2022), en su artículo científico titulado “Comportamiento del concreto reforzado con fibras de palmera datilera”, se plantearon el objetivo de comparar el desempeño de la fibra de la palmera datilera, fibras de acero y polipropileno en el concreto. La investigación demostró que, incorporando 1% de fibra de palma datilera al concreto, su competencia de resistir esfuerzos a la compresión se incrementó en 17%, su competencia a esfuerzos a tracción indirecta se incrementó 17%, mientras que la competencia bajo esfuerzos a la flexión se incrementó a 85%. Asimismo, en la ciudad de Suez – Egipto, Según

Saad, Saad, Adbelsalam y Amin (2022) en su artículo científico titulado “Mejora del comportamiento frágil del concreto de alta resistencia utilizando fibras de vaina de hoja de plátano y palma” que tuvo como objetivo estudiar el impacto de la adición de fibras vegetales de vaina de palma y plátano para mejorar fragilidad del concreto de alta resistencia, la cual fue tratada previamente con soluciones químicas. Los resultados de la investigación demostraron que, no se presentó mejoras sustanciales en la capacidad de resistencia esfuerzos a compresión del concreto de alta resistencia con la fibra natural. Sin embargo, el desempeño bajo cargas de tracción aumentó con una dosificación de 2% de fibra de vaina de palma, concluyendo que, si se comparan ambas fibras vegetales, la fibra de vaina de palma produjo una mejora en las cualidades del concreto de alta resistencia en comparación con la fibra de plátano y ambas fibras demostraron mejora en el desempeño frágil del concreto de alta resistencia.

A nivel regional, en Río de Janeiro – Brasil, según Abisha y Nalanth (2023), en su artículo científico titulado “Pineapple fibre as an additive to self-compacting concrete”, donde el objetivo fue identificar el comportamiento del concreto cuando se añade un aditivo natural, así como de la durabilidad y propiedades mecánicas. En el mencionado artículo, los autores demostraron que, añadiendo 0.2% de fibra de hoja de piña en el concreto, este incrementó su capacidad de resistir esfuerzos a compresión en 7.26%, 5.74% y 4.8% a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Por otro lado, su desempeño bajo esfuerzo de tracción indirecta no se incrementó significativamente manteniendo la misma dosificación. Un segundo caso se presenta en la ciudad de Carabobo – Venezuela, con el trabajo de Paricaguán y Muñoz (2019) quienes en su artículo científico titulado “Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar”, plantearon el objetivo de viabilizar el uso de refuerzos alternativos en la producción de concreto para el sector de construcción y, minimizar así el uso de refuerzos convencionales. Al respecto, los investigadores demostraron que las fibras de bagazo de caña de azúcar, pueden ser usados como refuerzo en el concreto, dado que añadiendo 2.5% de fibra de bagazo de caña de azúcar, las estructuras de concreto continúan absorbiendo carga sin colapsar, posterior al periodo de fisuras, es decir que el concreto logró ductilidad. Otro caso de interés, se desarrolló en la

ciudad de Pereira – Colombia, con Gil, Zuleta y Reyes (2021) quienes en su artículo científico denominado “Propiedades mecánicas y aspectos de sostenibilidad de concreto modificado con fibras de coco”, plantearon el objetivo de comparar el desempeño mecánico del concreto que se le ha añadido fibras de coco, respecto al patrón. Los autores evidenciaron que, adicionando al concreto 0.46% y 0.62% de fibra de coco, respecto al peso del cemento, el concreto disminuye su desempeño bajo cargas de compresión; sin embargo, ello permite al concreto, absorber cargas posteriores a la fisura.

En lo que respecta al nivel nacional, en la ciudad de Lima – Perú, según Huallpa y Alcántara (2019), en su artículo científico titulado “Utilización de las hojas de piña para elaborar telares” se plantearon el objetivo de dar un segundo uso a la fibra de hoja de piña en la elaboración de telas. En esta investigación, los autores demostraron que la hoja de piña hawaiana, tiene mejor comportamiento que la golden y samba, en lo que respecta a las propiedades físicas y químicas debido que, su resistencia a la tracción en promedio resulta 6,041 MPa y una elongación de 312.4%. Asimismo, y en la ciudad de Lima – Perú, según Anglade, Benavente, Rodríguez e Hinostroza (2021), en su artículo científico titulado “Uso de residuos textiles como complemento en la elaboración de un bloque de hormigón ecológico” plantearon el objetivo de analizar el desempeño mecánico de bloques de concreto con dosificaciones de 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1%, 1.2% y 1.4% de poliéster. Los autores demostraron que, al incorporar fibra de poliéster en el concreto, este reduce su desempeño mecánico a la compresión debido a los vacíos presentes y a la generación de burbujas de aire en las fibras. Por último, en la ciudad de Carabaya – Puno, según Torres (2022) en su tesis titulada “Adición fibra vegetal paja de ichu para mejorar las propiedades del concreto en edificaciones, Carabaya – Puno, 2022” se planteó como objetivo de demostrar la influencia de la fibra de paja de ichu en las propiedades del concreto. El autor demostró que agregando 0.25%, 0.50% y 0.75% al concreto, mejoró la resistencia a la compresión ( $f'c$ ), mas no se obtuvo resultados favorables en cuanto a la resistencia a la flexión.

Frente a la realidad problemática expuesta y debido a las diversas propuestas de otros investigadores que han presentado para lograr resultados es que, esta

investigación plantea como problema general lo siguiente ¿De qué manera influye la adición dosificada de fibra de hoja de piña en el concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ? Además, en aplicación de los indicadores recogidos en la matriz de consistencia, estos permiten que se pueda plantear los siguientes problemas específicos: siendo el primero ¿De qué manera la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ?, siendo el segundo, ¿De qué manera la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la tracción indirecta del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ? y, el tercero y último problema específico es ¿De qué manera la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ?

Frente a las situaciones expuestas, la justificación práctica de esta investigación, se da con la contribución a la ingeniería civil, con una nueva propuesta de refuerzo de origen vegetal en la preparación de concretos de alta resistencia y como este aditivo influye en las propiedades mecánicas. En relación a la justificación social, con la posible generación de emprendimientos y puestos de trabajo para la población, dado que, al ser un material innovador, se podría industrializar la producción de esta fibra vegetal y en relación a la justificación ambiental, dado que se reaprovecharía las fibras de hoja de piña que son desechadas por agricultores, después de las cosechas, se logra un segundo uso y por ende se contribuye a evitar la generación de desechos orgánicos.

Como consecuencia del problema de investigación y en aplicación de la metodología recogida en la matriz de consistencia, es posible plantear el siguiente objetivo general de la investigación; Evaluar la influencia de la adición de fibra de hoja de piña en el concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ . Además, en base a la variable de investigación, se ha planteado tres objetivos específicos: El primero de ellos es: Determinar que la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ; segundo: Determinar que la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la tracción indirecta del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  y por último: Determinar que la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ .

Basándome en la realidad problemática descrita, se plantea la siguiente hipótesis general: La adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en el concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ . Además, se ha planteado tres hipótesis específicas, la primera, La adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ , el segundo, La adición de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la tracción indirecta del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  y, por último, La adición de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ .

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, en la ciudad de Hannover – Alemania, según Bittner y Oettel (2022), en su artículo científico titulado “Concreto reforzado con fibras vegetales naturales: Investigaciones sobre la aplicación de fibras de bambú en concreto de ultra alto rendimiento” que tuvo como objetivo de mejorar las cualidades del concreto, principalmente su desempeño bajo esfuerzo a flexión. La muestra trabajada por los autores comprendió 09 especímenes a ensayar, 03 especímenes sin fibra de bambú (patrón), 03 con 1.25% de fibra de bambú y 03 con 2% de fibra de bambú. Los resultados obtenidos fueron que al añadir 1.5% a 2.5% de fibras de bambú en un concreto de ultra alta resistencia, se incrementó la resistencia a la flexión, respecto al patrón, en 37.1% y 30.9% respectivamente; además, añadió ductilidad a los especímenes ensayados, soportando cargas de 16.4%, con una deflexión de 0.4 mm, a 53.3%, con una deflexión de 3.4 mm, de la carga máxima respectivamente. Los autores concluyeron que, su desempeño bajo cargas a flexión del concreto con la incorporación del 1.5% de fibra de bambú, incrementó su capacidad en 37.1%, respecto al patrón, y le añadió ductilidad al concreto, previniendo su falla frágil; ya que permitió deflexiones mayores después de la fisuración inicial. Por otro lado, en la ciudad de Rostov del Don – Rusia, Según Shcherban et al. (2022) en su artículo científico titulado “Concreto de peso normal con características mejoradas de tensión – deformación con fibras dispersas” que tuvo como objetivo analizar experimentalmente las propiedades del concreto reforzado con fibra de coco y el impacto de la dosificación aplicada en el concreto a los 28 días de edad. Para los ensayos de laboratorio, se elaboró 11 diseños de

mezcla con adición de fibra de coco en porcentajes de 0% (patrón), 0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%, 1.25%, 1.5%, 1.75%, 2%, 2.25% y 2.5%, respecto al peso del cemento, y un total de 66 cubos de 100 mm de lado para ensayos a compresión y 99 prismas de 100x100x400 mm para ser ensayados a compresión axial, tracción axial y flexión. Los resultados de la investigación demostraron que, al añadir 1.75% de fibra de coco en el concreto, su resistencia a la compresión se incrementa en 26% y 24%, para las probetas de cubos y prismas respectivamente; además, su resistencia a la flexión se incrementó en 42% y la resistencia a la tracción axial en 43%. Los autores concluyeron que la adición de fibra de coco mejora las propiedades mecánicas del concreto, siendo el porcentaje óptimo de 1.75% respecto al peso del cemento. Asimismo, en la ciudad de Najran – Arabia Saudita, según Althoey et al. (2022), en su artículo científico titulado “Behavior of Concrete Reinforced with Date Palm Fibers” planteo el objetivo de comparar el desempeño de la fibra de la palmera datilera en el concreto, con otros refuerzos convencionales del concreto como las fibras de acero y polipropileno para que puedan reemplazarlos. En la investigación, se contó con la muestra de diez diseños de mezcla, al cual se le incorporaron fibras de palmera datilera, acero y polipropileno a partir de 0% (patrón), pasando por 0.2%, 0.6% y 1% en relación al volumen. Los resultados fueron que al añadir 1% de palma datilera, acero y polipropileno al concreto, la resistencia a la tracción indirecta mejoró en 17%, 43% y 16% respectivamente, para la misma dosificación (1%) de palma datilera, acero y polipropileno, la resistencia a la flexión en 85%, 165% y 79% y, la resistencia a la compresión incrementó un 8.0%, 9.6% y 7.5% respectivamente. Por lo tanto, los autores concluyeron que las fibras de palma datilera mejora las propiedades del concreto y que podrían usarse potencialmente en las construcciones actuales, mejorando la capacidad de carga de las estructuras. Por último, en las ciudades de Annaba y Khenchela – Argelia, según Mamen, Messas, Achoura y Boutrid (2022), en su artículo científico “Investigación experimental sobre el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras alfa”, plantearon el objetivo de investigar el impacto de añadir fibras Alfa, en dosificaciones y longitud definida, en el desempeño mecánico del concreto armado. Para los ensayos de laboratorio se preparó una mezcla patrón y 10 diseños de mezcla con adiciones de 0.6%, 1.2% y 1.8% de fibra alfa en longitudes de 2.5, 5 y 8 cm cada uno respecto al volumen del

concreto. De estos diseños se elaboraron cubos de 100mm de lado y prismas de 100x100x400mm, los cuales fueron ensayados a los 28 días de edad y dieron los siguientes resultados: El valor más alto de resistencia a la compresión lo obtuvo la mezcla patrón con 57.7 MPa y técnicamente igual el diseño con 1.2% de fibra y una longitud de 5 cm; sin embargo, cuando se añade 1.8% de fibra alfa la resistencia a la compresión decae en 31.19% para 2.5cm, 26.42% para 5cm y 44.21% para 8cm. Respecto a los resultados de flexión, para una longitud de 8 cm técnicamente se mantiene en 6.12MPa para una dosificación 0.6% y 1.2%, y para 1.8% se incrementa a 6.30MPa. Para una longitud de 5 cm con contenidos de 0.6% y 1.2% de fibra alfa se incrementó 54.41% (9.45MPa) y 49.51% (9.15MPa), respectivamente; además, para una longitud de 2.5 cm se incrementó en 39.70% (8.55MPa) y 32.35% (8.10MPa), respectivamente. Los autores concluyeron mediante su trabajo que, incorporando 1.2% de fibras vegetales de 5 cm de longitud, la resistencia a la tracción se incrementa hasta en 54.41%, respecto a la muestra patrón; sin embargo, para la misma dosificación y longitud, la resistencia a la compresión se mantiene en comparación al patrón.

En el nivel regional, en Río de Janeiro – Brasil, según Abisha y Nalanth (2023), es su artículo científico titulado “Pineapple fibre as an additive to self-compacting concrete”, donde el objetivo fue estudiar las propiedades mecánicas del concreto cuando se añade un aditivo natural como la fibra de hoja de piña, así como de su durabilidad. Los resultados de la investigación precisaron que, añadiendo 0.2% de fibra de hoja de piña en el concreto, la resistencia a la compresión se incrementa 7.26%, 5.74% y 4.8% a los 7, 14 y 28 días respectivamente y, en relación a la tracción indirecta para una dosificación de 0.2% se incrementa en 13.89% y mientras que, para dosificaciones superiores, esta se reduce. En tal sentido, los autores concluyeron que, añadiendo 0.2% de fibra de hoja de piña al concreto, la resistencia a la compresión del concreto se aumentó en 7.26%, mientras que su resistencia a la tracción indirecta, se incrementó en 13.89% a los 28 días. Adicionalmente, en la ciudad de Carabobo – Venezuela, según Paricaguán y Muñoz (2019), en su artículo científico titulado “Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar”, planteo el objetivo de viabilizar nuevas fibras alternativas en el concreto para la construcción de

edificaciones y reducir el uso de fibras convencionales; así como, evaluar las propiedades mecánicas del concreto reforzados con la fibra de bagazo de caña. De los resultados obtenidos, cuando se añade 2.5% de fibra de bagazo de caña de azúcar al concreto, en sustitución parcial del agregado fino, con una longitud entre 3 a 4 cm, la resistencia a la compresión disminuye en 25.41%, 57.02%, 66.84%, 96.70% y 92.69% respecto al patrón a los 7, 14, 28, 60 y 128 días de curado y, para una longitud entre 5 a 6 cm, 62.28%, 89.22%, 85.20%, 98.35% y 95.47% respecto al patrón a los 7, 14, 28, 60 y 128 días de curado. Por lo tanto, los investigadores concluyeron que las fibras naturales de bagazo de caña de azúcar, no pueden ser usados como material de construcción, dado que añadiendo un 2.5% a las estructuras de concreto, en sustitución del agregado fino; sin embargo, este continúa absorbiendo cargas posteriores a fisurarse (mayor ductilidad). Por último, en la ciudad de Pereira – Colombia, según Gil, Zuleta y Reyes (2021), en su artículo científico “Propiedades mecánicas y aspectos de sostenibilidad de concreto modificado con fibras de coco”, plantearon el objetivo de comparar las propiedades mecánicas del concreto con fibras de coco con el concreto patrón. Los resultados indicaron que al añadir 0.46% y 0.62% de fibra de coco al concreto, la resistencia a la compresión disminuye a 9.43 MPA y 11.84 MPa respectivamente; sin embargo, estos valores están por debajo del patrón (sin fibra de coco) con una resistencia a la compresión de 14.08 MPa a los 28 días de edad; además, se observa gráficamente que su ductilidad de incrementa cuanto para ambas dosificaciones. Los autores concluyeron que, adicionando al concreto 0.46 y 0.62% en peso de fibra de coco, se disminuye la resistencia a la compresión del concreto; sin embargo, esta modificación en la mezcla, permite al concreto absorber cargas posteriores a fisurarse, gracias a la presencia de la fibra de coco.

En las investigaciones nacionales, en la ciudad de Lima – Perú, según Laban, Clemente y Choque (2023), que elaboraron un artículo científico con título “Resistencia del concreto con incorporación de fibras de caña de azúcar y ceniza de carbón de madera” y se plantearon el objetivo de mejorar las propiedades físicas como trabajabilidad y densidad, así como de las mecánicas que son la resistencia a la compresión y tracción. En esta investigación, los resultados al añadir fibra de caña de azúcar (FCA) y cenizas de carbón de madera (CC) al concreto en

proporciones 0.5%FCA+2.5%CC, 1%FCA+5%CC y 2%FCA+7%CC fueron los siguientes; el desempeño bajo esfuerzo a compresión a los 7 días, respecto al patrón se redujo en 7.90%, 35.19% y 90.27 % respectivamente; a los 14 días, también se redujo en 18.75%, 37.59% y 87.70% respectivamente y, a los 28 días, permaneció la tendencia de reducción en 7.44%, 34.78% y 80.47% respectivamente. Para el caso de su desempeño a la tracción, bajo las mismas dosificaciones de fibra de caña de azúcar y ceniza de carbón se tuvieron los siguientes resultados; a los 7 días se redujo en 9.4%, 7.75% y 69.59% respectivamente; a los 14 días 11.91%, 19.21% y 73.35% y a los 28 días 21.57%, 25.63%, 66.28% respectivamente. Los autores concluyeron que, al añadir fibra de caña de azúcar y ceniza de carbón de madera en las dosificaciones indicadas, la resistencia a la compresión y tracción disminuye respecto al patrón. Adicionalmente, en la ciudad de Lima – Perú, según Anglade et al. (2021), en su artículo científico titulado “Uso de residuos textiles como complemento en la elaboración de un bloque de hormigón ecológico” que tuvo como objetivo en analizar el comportamiento de bloques de concreto con dosificaciones de 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% 1%, 1.2% y 1.4% de poliéster. Los resultados obtenidos por los investigadores son que mientras se incrementa la concentración de la fibra, su desempeño bajo esfuerzos de compresión disminuye hasta en un 49% del patrón. El autor concluyó que, al incorporar fibra de poliéster en el concreto, su desempeño bajo esfuerzo a compresión se reduce, dado que las fibras las burbujas de aire y vacíos en el interior. Asimismo, en la ciudad de Carabaya – Puno, Torres (2022) en su tesis titulada: “Adición fibra vegetal paja de ichu para mejorar las propiedades del concreto en edificaciones, Carabaya – Puno, 2022” donde el objetivo fue demostrar si la incorporación de fibra vegetal paja ichu influye en el desempeño mecánico del concreto. Los resultados al añadir 0.75% de fibra vegetal de paja de ichu en las propiedades físicas, respecto al patrón, se demostraron una reducción del 81%, 56% y 31% de consistencia y respecto al contenido de aire disminuyó a razón de 57%, 50% y 43%. Respecto a las propiedades mecánicas del concreto, la resistencia a la compresión incrementó en 11%, 15% y 22% y la resistencia a la flexión con adición 0.75% de fibra vegetal de ichu llegó a 100.3% a los 28 días de curado. Por los resultados indicados, se concluye que la adición de fibra vegetal paja ichu en el concreto de 210kg/cm<sup>2</sup> mejora sus propiedades físicas y mecánicas

como la resistencia a la compresión, sin embargo, su resistencia a la flexión disminuye.

Dado que la fibra de hoja de piña tiene de procedencia vegetal, se tiene la siguiente definición según Vidal y Hormazábal, las fibras vegetales son fibras naturales que pueden obtener de las raíces, hojas, tallos, semillas incluso de los frutos de la planta y que, pueden clasificarse en duras o blandas según su ubicación en la planta. Las fibras blandas pueden encontrarse en los tallos de las plantas dicotiledóneas; como el lino, el yute o el cáñamo. Por otro lado, las fibras duras están ubicadas mayormente en las hojas de las plantas monocotiledóneas, dado que tienen mayor grado de lignificación producto de la sobreposición de los haces que lo conforman; por lo que consiguen mayor resistencia al concentrarse más celulosa (2016, p. 17).

Como se indicó en el párrafo anterior, las fibras duras de una planta se obtienen de las hojas; por lo que se eligió aprovechar la fibra de hoja de piña para esta investigación. Según Hodgson, Liu y Ramírez, la fibra de hoja de piña está compuesta químicamente por 70-82% de holocelulosa, 5-12% de lignina y 1.1% de ceniza; pero, dada su procedencia vegetal los porcentajes indicados podrían variar por el tipo de especie, clima y suelo donde se cultiva (2018, p. 3).

Según Huallpa y Alcántara las propiedades de tensión y elongación de la fibra de hoja de piña estarían asociadas a su alto porcentaje de celulosa y también a la presencia de hemicelulosa y lignina que aportan a las propiedades físicas (2019, p. 128).



**Figura 1.** Fotografía de la fibra de la hoja de piña con primer tratamiento químico.

**Fuente:** Propia

En esta investigación, obtuvimos la fibra de hoja de piña aplastando cada hoja hasta eliminar todo el líquido y dejando solo la fibra. La fibra extraída se secará al aire libre sin exponerlo directamente al sol, dado que podría debilitarla, posterior a ellos seleccionará la fibra y cortará en longitudes definidas para luego ser almacenado para su inclusión en concretos de alto desempeño o alta resistencia.

Para Pasquel el concreto está principalmente está conformado por cemento, agua, agregados y ocasionalmente aditivos [químicos y naturales] que usándolos adecuadamente podrían mejorar las propiedades del concreto, entre ellas sus propiedades mecánicas. Este material inicialmente presenta una consistencia plástica y moldeable, y que pasado un tiempo fragua y adquiere una consistencia rígida (1998, p. 11).

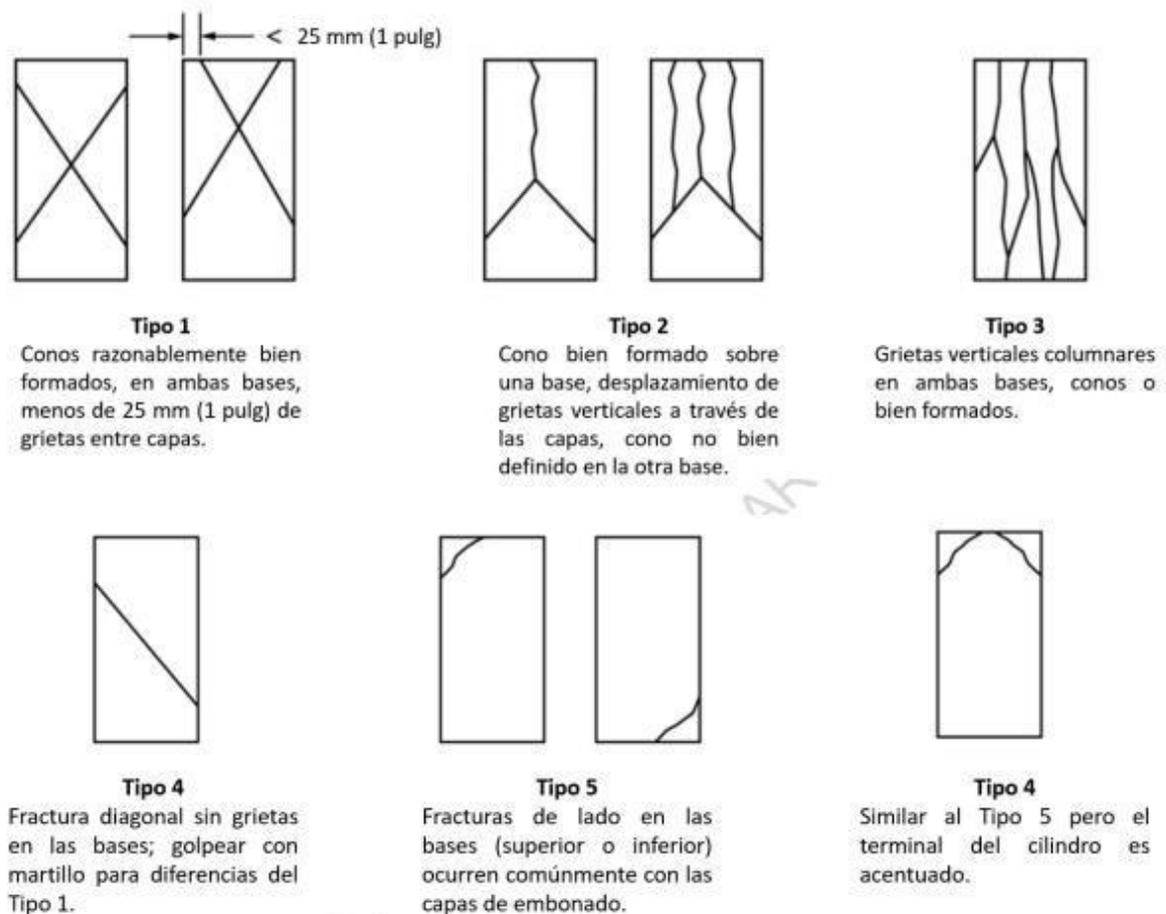
Entre las principales propiedades mecánicas del concreto se distinguen su capacidad de soportar esfuerzos a compresión ( $f_c$ ), capacidad de soportar esfuerzos a tracción ( $f_t$ ) y su capacidad a resistir esfuerzos a flexión ( $f_r$ ), este último representado por el Módulo de Rotura (MR).

Según la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA), en su publicación CIP 35, indica que la capacidad del concreto a resistir esfuerzos a compresión ( $f'_c$ ) es la propiedad mecánica más relevante del concreto que usan los profesionales en la materia para el diseño de edificaciones y otras estructuras, la cual podemos obtener aplicando una carga axial y a una velocidad constante, sin intermitencias, a los especímenes cilíndricos de concreto, hasta romperlas, con ayuda de una prensa normalizada para este tipo de ensayos. El resultado de resistencia a la compresión se determina dividiendo la fuerza de ruptura entre la sección transversal de la probeta, siendo representada en unidades del sistema inglés (psi) o el sistema internaciones de unidades (MPa) ([sin fecha], p. 1).

Además, la norma E.060 “Concreto Armado” en los artículos 5.1.6 y 5.6.2.2 indica que la capacidad de resistir esfuerzos a la compresión del concreto se obtiene de la media aritmética por lo menos dos (02) probetas cilíndricas elaboradas del mismo concreto colocado en obra y ensayadas a los 28 días u otra edad según necesidad (2020, p. 40, 43).

Para fabricar los especímenes cilíndricos, la NTP 339.033 indica que los especímenes a romper para obtener la resistencia a la compresión o la tracción indirecta del concreto, el concreto debe ser colocado y vibrado con la varilla lisa en posición vertical y permanecer de ese modo hasta su fraguado; además, que su longitud debe ser dos veces su diámetro y este último como mínimo debe ser tres veces el tamaño nominal máximo de la piedra chancada. Para validar la capacidad de resistir esfuerzos a compresión del concreto, los especímenes pueden tener las siguientes dimensiones: 6” x 12” ó 4” x 8” (2021b, p. 8).

Por último, según la NTP 339.034 cada reporte del ensayo de probetas de concreto sometidos a compresión axial, deben precisar el tipo de falla que se han presentado los especímenes, siendo la falla ideal la falla tipo 1, más conocida como tipo cono (2021a, p. 21).



**Figura 2.** Tipos de Fallas de especímenes cilíndricas de concreto bajo cargas a compresión.  
**Fuente:** Norma Técnica Peruana 399.034:2021.

Respecto a la capacidad del concreto a resistir esfuerzos a la tracción, Morales comenta que, debido a las dificultades experimentales presentes al ensayar una probeta de concreto bajo tensión axial directa, ha sido reemplazado por una prueba de origen brasileño que consiste en someter el espécimen de concreto bajo una fuerza lineal diametral a una velocidad constante. La capacidad de resistir esfuerzos a la compresión del concreto resulta del cociente de  $2P/(\pi hd)$ , donde “P” es la carga aplicada, “h” es la altura y “d” corresponde al diámetro del espécimen cilíndrico (2006, p. 6).



**Figura 3.** Ensayo de tracción indirecta de probetas cilíndricas.

**Fuente:** Manual de ensayos de materiales - MTC E 708.

Como dato importante, la Norma Técnica Peruana 339.084 precisa que los valores que se obtiene de resistencia a la tracción indirecta son mayores en comparación a la tracción directa, pero menores que los valores de resistencia a flexión y su módulo de rotura. Este ensayo sirve para determinar la longitud de desarrollo de las barras de acero en el concreto, dado que se evalúa el esfuerzo cortante del concreto (2017a, p. 2).

Para este ensayo, la fabricación de los especímenes de concreto cilíndricos debe ser fabricados del mismo modo que para obtener la resistencia a la compresión, en concordancia con la NTP 339.033:2021; además, este ensayo puede usarse en testigos diamantinos, los cuales deberán cumplir con las condiciones indicadas en la NTP 339.059.

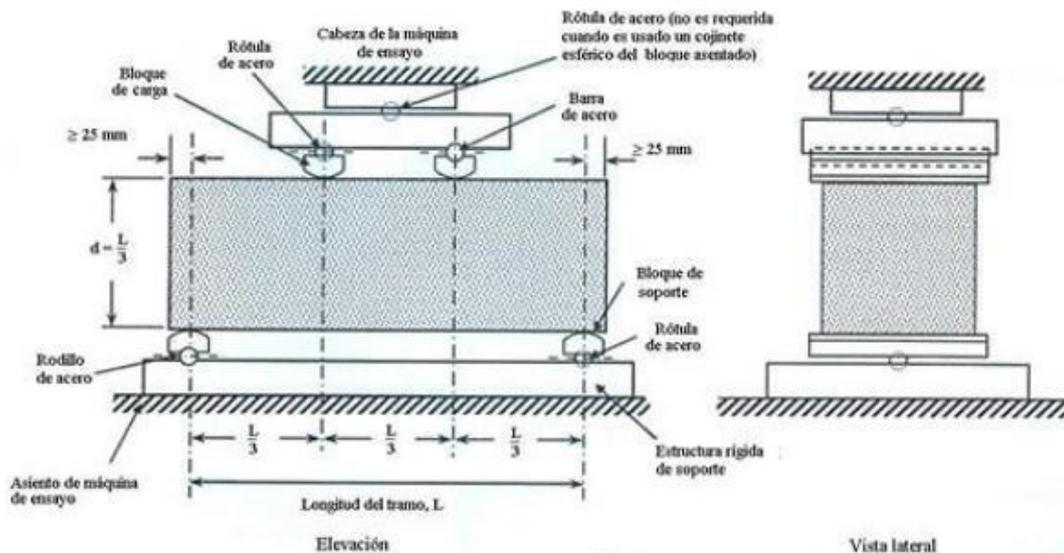
Según la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA), en su publicación CIP 16, la resistencia a la flexión del concreto es una medida de resistencia a la tracción del concreto, dado que se genera por la falla de una viga o losa de concreto

simple por la aplicación de un momento. La resistencia a la flexión se puede expresar también como el Módulo de Rotura (MR) y su valor se aproxima desde 10% a 20% de la resistencia a la compresión del concreto ([sin fecha], p. 1).

Si se requiere el dato de la resistencia a la flexión del concreto se deben realizar especímenes, los cuales deben cumplir los siguientes requisitos geométricos para ser ensayados Según lo indicado en la NTP 339.033 (2021) deben ser vigas de concreto vaciadas y fraguado horizontalmente. Su longitud total debe exceder al menos 50 mm a la luz de la viga y la relación de dimensiones entre el ancho y la altura de la viga no debe exceder a 1.5. Se debe considerar que la dimensión estándar para estas vigas es de 150 mm de ancho y 150 mm de altura (2021b, p. 8). Se debe considerar que también se pueden elaborar cortando elementos de concreto simple, lo cual debe estar alineado a las exigencias de la NTP 339.059:2017.

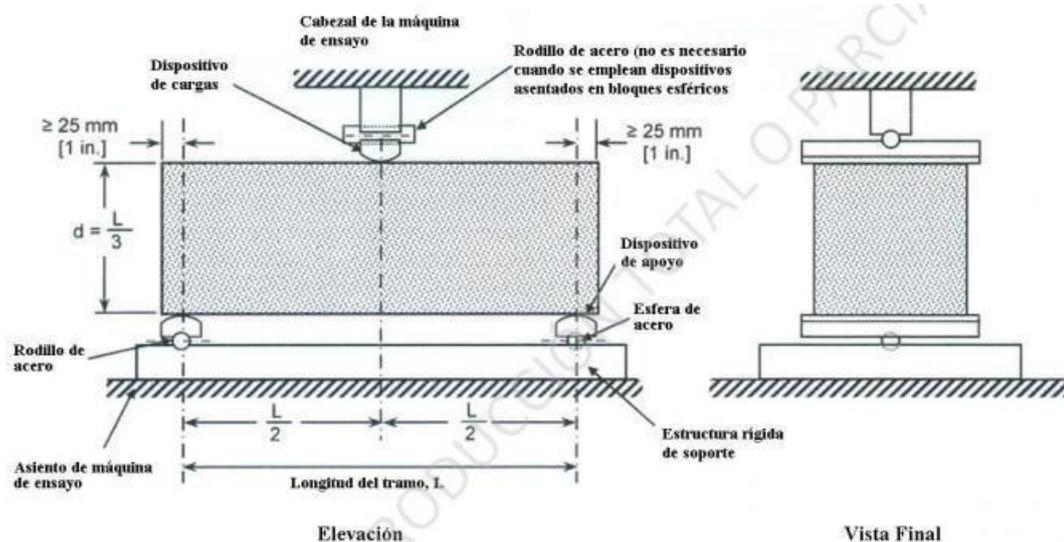
Complementando con lo indicado por la norma anterior, la NTP 399.078 precisa que la distancia entre los apoyos de la viga de concreto a ensayar debe ser tres veces su altura, siendo la tolerancia de 2%, todas las superficies laterales deben formar ángulos rectos con respecto a la superficie inferior y superior; además, que todas las caras deben ser plano y libre de asperezas, porosidades y/o marcas de identificación no apropiadas (2022, p. 7).

Existen dos procedimientos para obtener la resistencia a la flexión de concreto; además, del módulo de rotura (Mr). El primero está normalizado por la NTP 339.078 donde se debe aplicar carga a los tercios centrales entre los apoyos del espécimen simplemente apoyado, generalmente una viga de concreto moldeado o cortado (2022, p. 1-4).



**Figura 4.** Esquema de un espécimen sometido a flexión para método de carga a los tercios.  
**Fuente:** NTP 399.078:2022

El segundo método está normalizado por la NTP 399.079 (2017) que se basa en ejercer una carga puntual al centro del tramo de la viga de concreto simplemente apoyada, hasta que este falle; sin embargo, este método no se puede considerar como una alternativa de reemplazo del método indicado en la NTP 399.078:2022 (2017b, p. 1-2). Se debe considerar que este ensayo se aplica para especímenes pequeños, ya sean moldeados o cortados.



**Figura 5.** Esquema de un espécimen sometido a flexión para método de carga en el punto medio.  
**Fuente:** NTP 399.079:2017

Cabe recalcar que el módulo de rotura calculado de una viga sometida a cargas a los tercios es menor que el módulo de rotura calculado de una viga cargada en el punto central, siendo la diferencia hasta en 15%. Además, es muy importante recalcar que el módulo de rotura aumenta si el tamaño del espécimen disminuye su tamaño (National Ready Mixed Concrete Association [sin fecha], p. 1).

Rivva indica que los concretos de alta resistencia suelen considerarse como un material nuevo, relativamente, en el sector de la construcción, con un crecimiento gradual con el paso del tiempo. Las investigaciones permanentes de este material han continuado; por lo que su definición se ha ido modificando. En 1950, los concretos de alta resistencia son considerados para resistencias a la compresión superiores a  $350 \text{ kg/cm}^2$  y en la actualidad es muy común obtener concretos de esa capacidad. En 1970, los concretos de alta resistencia se consideraban a partir de los  $630 \text{ kg/cm}^2$  y en la década de los ochenta, los concretos usados para los elementos prefabricados y pretensados tenían  $f'c=1000 \text{ kg/cm}^2$  (2014, p. 11).

Para el American Concrete Institute, norma ACI 363R-10, define que los concretos de alta resistencia son los que son capaces de resistir esfuerzos a compresión que superan los 8000 PSI (55 MPa), que equivale a  $561 \text{ kg/cm}^2$  aproximadamente. Se debe considerar que una versión anterior, ACI 363-92, consideraba como concretos de alta resistencia a los que superaban los 6000 PSI (41 MPa), que equivale a  $418 \text{ kg/cm}^2$  aproximadamente (2010, p. 3).

En su diseño de estos concretos, Rivva precisa las condiciones principales para lograr un concreto de alta resistencia son:

- Bajo contenido de agua, relación A/C de 0.25 a 0.40, para lo cual se usa aditivos de alto rango que reducen la cantidad de agua (superplastificantes).
- Acción cementante y la adición de partículas sólidas como micro sílice o cenizas volantes para reducir los vacíos del concreto.
- Uso de agregados de calidad, siendo un tamaño máximo nominal entre 1/2" y 3/4", con una dureza de 7 (2014, p. 15).

Su aplicación en las edificaciones se da en edificios de gran altura, principalmente para las columnas y cimentaciones donde las sollicitaciones de resistencia a la compresión son altas, colaborando a reducir las secciones transversales de estos elementos e incrementando su durabilidad. En el caso de pavimentos, para pisos industriales de alto tráfico y en construcciones de puentes principalmente para obtener mayores luces y mejora la durabilidad de los elementos de concreto armado.

### III.METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

Respecto al **tipo de investigación**, Baena explica que una investigación aplicada se centra en las posibilidades específicas de aplicar teorías generales ya existentes de varias ciencias en la práctica e invierte en solucionar los menesteres de la sociedad y las personas (2017, p. 18).

Con la base de la teoría indicada en el párrafo anterior, es posible afirmar que esta investigación es de tipo aplicada, dado que, mediante lo conocimientos adquiridos producto del marco teórico principalmente, se pretende brindar una solución a los problemas identificados en concretos de alta resistencia ( $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ).

Respecto al **nivel de investigación**, como lo demostraron Hernández, Fernández y Baptista un nivel de investigación correlacional tiene como objetivo, identificar la conexión existente entre dos a más ideas, categorías o variables en una muestra (2014, p. 93).

Debido a la teoría expresada en el párrafo anterior, la presente investigación se constituye en una de nivel correlacional debido que, se tiene la intención de evaluar las propiedades mecánicas del concreto, al añadir fibras de hoja de piña.

Respecto al **enfoque de la investigación**, de acuerdo con Hernández et al. indican un enfoque cuantitativo se distingue principalmente porque es secuencial y

probatorio. Como parte del procedimiento, se miden las variables identificadas y los resultados se analizan mediante el uso de la estadística y se concluye respecto a la hipótesis planteada (2014, p. 4).

Considerando lo indicado en el párrafo anterior, la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, dado que se resolvió el problema propuesto siguiendo un procedimiento establecido y los datos obtenidos de la medición de los indicadores propuestos serán numéricos.

Respecto al **diseño de la investigación**, Hernández et al. precisa que un diseño cuasiexperimental manipula intencionalmente la variable independiente, como mínimo; con el fin de observar sus secuelas en las variables dependientes. Además, que los objetos que comprenden los grupos de estudio no se eligen ni emparejan al azar, sino que están conformados antes del experimento (2014, p. 151).

Basados en el concepto vertido en el párrafo precedente, la presente investigación se convierte en una de tipo Cuasiexperimental. Ello debido que, se manipuló la variable independiente que es la fibra de hoja de piña, en distintas dosificaciones, con el fin de observar su influencia en el concreto  $f'c=600 \text{ kg/cm}^2$ , variable dependiente. Además, que los grupos de estudio fueron determinados a conveniencia.

### **3.2 Variables y Operacionalización**

**Variable X o independiente:** Fibra de hoja de piña.

- **Definición conceptual:** Químicamente la fibra de hoja de piña está compuesta por holocelulosa 70-82%, lignina (5-12%) y ceniza (1.1%); pero, dada su procedencia vegetal los porcentajes indicados podrían variar por el tipo de especie, clima y suelo donde se cultiva (Hodgson et al., 2018, p. 3).

- **Definición operacional:** La fibra de hoja de piña será usado como aditivo para el concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  (alta resistencia) en dosificaciones de 0%, 0.5%, 1.0% y 1.5% respecto al peso del cemento.
- **Dimensión:**
  - Dosificación de la fibra de hoja de piña.
- **Indicadores**
  - Los indicadores para la dosificación de fibra de hoja de piña en el concreto serán de 0% (patrón), 0.5%, 1.0% y 1.5%.
- **Escala de medición**
  - Dado que se añadirá la fibra de hoja de piña y la dosificación no puede ser negativa; por ende, la escala es de razón.

**Variable Y o dependiente:** Concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$

- **Definición conceptual:** El concreto es el material compuesto principalmente por cemento, agua, agregados y ocasionalmente aditivos [químicos y naturales] que pueden mejorar las propiedades del concreto, entre ellas sus propiedades mecánicas. Este material inicialmente presenta una consistencia plástica y moldeable, y que pasado un tiempo fragua y adquiere una consistencia rígida (Pasquel 1998, p. 11).
- **Definición operacional:** Las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión, flexión y tracción han sido evaluadas con las distintas dosificaciones de fibra de hoja de piña a los 7, 14 y 28 días de edad, bajo los lineamientos de normas nacionales y/o internacionales.
- **Dimensiones:**
  - Propiedades mecánicas del concreto

- **Indicadores**

- Resistencia a la compresión.
- Resistencia a la tracción indirecta.
- Resistencia a la flexión.

- **Escala de medición**

- Los resultados obtenidos fueron en unidades de esfuerzo ( $\text{kg/cm}^2$ ); por lo tanto, la escala es de razón.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

Para el concepto de **población**, por lo indicado por Pino quien afirma que la población es el grupo conformado por la totalidad de elementos de estudio y cada uno de estos elementos es llamado individuo, el mismo que, no necesariamente deba ser una persona, sino que podría ser una familia, un día, un negocio, entre otros. (2019, p. 449).

Bajo la definición anterior indicada por el autor, la presente investigación considera como población los agregados producidos por la cantera de Carapongo, siendo los individuos de estudio la arena gruesa y piedra chancada H67 para la elaboración de concreto.

La cantera de Carapongo está ubicada en el distrito de Lurigancho Chosica, departamento de Lima, siendo las coordenadas del ingreso peatonal y vehicular  $11^{\circ}58'5.1''\text{S}$  (latitud);  $76^{\circ}51'49.8''\text{W}$  (longitud).

La población estará delimitada por los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- **Criterios de inclusión**

La arena gruesa y piedra chancada huso 7 para uso en concreto armado que provienen de la cantera Carapongo y que obedezcan con los requisitos establecidos por la norma E.060 - Concreto armado y la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 - Agregados para concreto. Requisitos.

- **Criterios de exclusión**

Canto rodado, afirmados y agregados para mezclas asfálticas que también produce la cantera Carapongo.

Para el concepto de **muestra**, Quezada precisa que la muestra es una parte de la población seleccionada aleatoriamente, al cual se evalúan sus características particulares con la intención de atribuirles tales características a la población (2019, p. 117).

En base a lo indicado en la definición anterior, la muestra está conformada por 560 kg arena gruesa y 560 kg de piedra chancada huso 67 extraídos de la cantera de Carapongo, que serán sometidos a ensayos de caracterización en el laboratorio para su aplicación en el diseño de mezcla y posteriormente en la fabricación de los especímenes de concreto a ensayar bajo esfuerzos de compresión, tracción y flexión.

Según Carrasco el **muestreo** probabilístico se caracteriza por aplicar principios y normas de la estadística; sin embargo, en el caso del muestreo no probabilístico, es lo contrario al concepto anterior, dado que no se guía por principios y normas estadísticas; por lo que depende únicamente del criterio del investigador en la toma de decisión (2019, p. 240).

La técnica de muestreo usada en esta investigación es **no probabilística** y por conveniencia, dado que la elección de la muestra no depende de la probabilidad, si no del criterio del autor.

Quezada define para **unidad de análisis** como la unidad más pequeña en que se puede descomponer la muestra y que contribuya a la investigación con información del fenómeno estudiado. (2019, p. 117).

En esta investigación y en base a lo indicado por el autor, la unidad de análisis son los granos de los agregados (finos y gruesos) para la elaboración de concreto, los

cuales tienen propiedades físicas y mecánicas específicas que serán determinados en los ensayos de caracterización.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para Palella y Martins, la técnica de observación se basa en identificar un fenómeno y estar al pendiente de este, con el fin de recopilar y almacenar información para su posterior análisis (2012, p. 116).

De lo indicado por los autores, la **técnica para la recolección de datos** usada en esta investigación es la observación, dado que los fenómenos que se observaron fueron los ensayos de laboratorio realizados a los agregados y los especímenes de concreto (cilindros y vigas); con el fin de usar los resultados obtenidos para la comprobación de la hipótesis planteada. Es muy importante considerar que los puntos de observación están parametrizados en los protocolos de ensayos de laboratorio, los cuales son sistemáticos, controlados y cumplen con normas vigentes.

En este caso, la observación es no participante, dado que la presencia del investigador como observador no impactará positivamente o negativamente a los observados.

Respecto a los **instrumentos de recolección de datos**, Palella y Martins indican que son los recursos que pueden ser usados por el investigador para recopilar información de los fenómenos observados (2012, p. 125).

La recolección de datos en esta investigación obtenida de los ensayos de laboratorio y los instrumentos a realizar se dividirán en dos etapas. La primera etapa, donde se ensayaron los áridos para elaborar el diseño de mezcla patrón, los instrumentos de recolección de datos fueron los siguientes protocolos:

- Ensayos para obtener la granulometría.
- Ensayos para obtener la caracterización de los agregados.

En la segunda etapa, se ensayaron los especímenes de concreto elaborados (cilindros y vigas) y los instrumentos para la recolección de datos fueron los siguientes protocolos:

- Ensayo para obtener la capacidad de resistir esfuerzos a compresión.
- Ensayo para obtener la capacidad de resistir esfuerzos a la tracción indirecta.
- Ensayo para obtener la capacidad de resistir esfuerzos a la flexión.

Los puntos de inspección de los protocolos usados como instrumentos de recolección de datos para esta investigación están alineados a la normativa vigente (nacional e internacional); además, para asegurar que los datos obtenidos sean confiables, se verificó que los equipos usados estén calibrados (certificado de calibración vigente).

### 3.5 Procedimientos

Se tiene como variable independiente a la **fibra de hoja de piña**, la cual se obtuvo recogiendo hojas de la misma planta después de cosechar la piña y deshojando directamente de las plantaciones de piña. Para esta investigación se recolectó hojas de piña hawaiana del fundo Las delicias de Portillo Alto ubicado en Río Negro, Satipo – Junín.



**Figura 6.** Plantación de piña hawaiana del fundo Las delicias de Portillo Alto.

**Fuente:** Propio.

Posterior a la cosecha se recolectó las hojas de piña hawaiana y se embolsó en sacos para ser enviados a Lima para su tratamiento y extracción de la fibra.



**Figura 7.** Recojo de las hojas de piña hawaiana.

**Fuente:** Propio.

Las hojas de piña hawaiana se sumergen en agua por 02 días, para facilitar la extracción de la fibra, y posterior a ello se retiran las hojas de piña del agua, se selecciona las hojas en buen estado y para una mejor manipulación de la hoja de piña se retira sus espinas laterales.



**Figura 8.** Lavado de las hojas de piña hawaiana.

**Fuente:** Propio.



**Figura 9.** Retiro de espinas laterales de la hoja de piña.

**Fuente:** Propio.

El método para la extracción de la fibra será mediante el proceso químico, donde se deja reposar las hojas de piña en una concentración de hidróxido de sodio al 2% por 20 minutos; posterior a ello, se procede a retirar manualmente la pulpa de la hoja de piña, rasgando la hoja con un elemento duro sin filo.



**Figura 10.** Disolución del hidróxido de sodio para desfibrado químico de la hoja.

**Fuente:** Propio.



**Figura 11.** Reposo de la hoja de piña en solución química.

**Fuente:** Propio.



**Figura 12.** Rasgado de hojas para eliminación de la pulpa

**Fuente:** Propio.

Con el fin de mejorar la durabilidad y adherencia de la fibra, eliminando los restos orgánicos e incrementando su rugosidad, se procedió a realizar un tratamiento superficial químico alcalino, por ser uno de los métodos más sencillos de ejecutar y económico. Según da Costa y Archbold el tratamiento alcalino consta del siguiente procedimiento:

- Sumergir las fibras de hoja de piña en una solución casi líquida de hidróxido de sodio (NaOH) al 5% por 10 horas. Se redujo el tiempo indicado ya que para tiempos superiores la fibra se estaba degradando y perdiendo su resistencia a la tracción, considerando que ya se había sometido a un tratamiento de desfibrado químico inicial con hidróxido de sodio.
- Retirar los restos de hidróxido de sodio lavando las fibras de hoja de piña con agua destilada para reducir la alcalinidad de la fibra.
- El secado de la fibra se realizó en un horno a 60°C por 24 horas (2022, p. 5-6)

Este procedimiento es muy importante para mejorar la resistencia de la fibra de hoja de piña a ambientes dentro del concreto, dado que Costa et al. precisan que la reacción química generada al hidratar el cemento propicia un ambiente de alta alcalinidad, con un pH entre 12 -13 (2022, p. 49). Si no se realiza ese tratamiento químico (alcalino), la hoja de piña se podría degradar dentro del concreto, perdiendo su resistencia a la tracción.

Posterior al tratamiento químico alcalino, la fibra se secó al aire, desenredó y separó en grupos más pequeños para facilitar su corte. Los cortes se realizaron con ayuda de una guillotina para cortar papel en segmentos de 5 cm; ya que en investigaciones previas demostró mejor comportamiento en su aplicación en concretos.



**Figura 13.** Fibra de hoja de piña hawaiana seca.

**Fuente:** Propio.



**Figura 14.** Corte de la fibra en tramos de 5 cm.

**Fuente:** Propio.

La verificación de la longitud de la fibra de hoja de piña se verificó su longitud con una regla, se desenredó y acumuló para ser guardado hasta su adición en el concreto.



**Figura 15.** Longitud de corte de la fibra (5 cm)

**Fuente:** Propio.



**Figura 16.** Fibra de hoja de piña cortada

**Fuente:** Elaboración propia.

Para determinar la relación de aspecto (longitud/diámetro) de la fibra de hoja de piña se mezcló y se tomó aleatoriamente 70 segmentos de fibra y se realizó la medición de su espesor con un vernier digital.



**Figura 17.** Medición del espesor de la fibra de hoja de piña.

**Fuente:** Elaboración propia.

De las mediciones se obtuvo un promedio de 0.19mm de espesor y la FHP fue cortada en segmentos de 50mm; por lo que la relación su aspecto es 264 aproximadamente.

Los **agregados** para la elaboración del concreto (**finos y gruesos**) fueron adquiridos de la cantera Carapongo, ubicado en el distrito de Lurigancho-Chosica – Lima; los cuales fueron ensayados previamente para obtener datos base como su granulometría, contenido de humedad, peso específico, peso unitario suelto y compactado. Los resultados obtenidos han sido verificados con los lineamientos indicados en la norma NTP 400.037 para su aplicación en el diseño de mezcla. El **cemento y los aditivos químicos** (plastificantes y reductores de agua) se compraron en proveedores autorizados para garantizar su adecuado desempeño.

Con los agregados, aglomerantes y aditivos químicos y naturales, se elaboró el diseño de mezcla patrón bajo las siguientes especificaciones: Diseño para mezcla de concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ , cemento tipo HS (MH) (R) que se comercializa en el Perú con el nombre de Andino Ultra, piedra H67 y asentamiento 1" porque se usará superplastificante; sin embargo, con la adición del superplastificante se obtuvo 7" a 9". Posterior a ello, en base al peso del cemento se dosificará la FHP y añadirá a los tres (03) diseños de mezcla en proporciones del 0.5%, 1.0% y 1.5% de FHP.

Es muy importante considerar que al no tener experiencia en el diseño de mezcla de concreto de  $f'c=600\text{kg/cm}^2$ , la norma de concreto armado E.060 indica que la resistencia a la compresión requerida ( $f'cr$ ) debe ser igual a  $f'cr = 1.1f'c + 5 \text{ MPa}$  (2020, p. 42). En tal sentido, la resistencia requerida es de  $f'cr=710\text{kg/cm}^2$ .

Con los informes de diseño de cada mezcla, se procedió a preparar el concreto con ayuda de una mezcladora de concreto de 210 litros de capacidad, respetando los volúmenes y pesos de los componentes indicados en cada diseño de mezcla. Considerar que, entre preparación de cada diseño de mezcla, se limpió adecuadamente la mezcladora para evitar que las dosificaciones se alteren.

12-10-23

TESIS : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE HOJA  
DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECANICAS  
DEL CONCRETO  $f_c' 600\text{kg/cm}^2$  DE LA CANTERA CARAPONGO ATE : 2023

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| CEMENTO               | 76.50  |
| H <sub>2</sub> O      | 5.67   |
| Agregado GRUESO       | 27.52  |
| Agregado FINO         | 24.34  |
| DYAMON SP45           | 115.5  |
| 0.5% de Fibra de Piña | 0.0825 |
| 1.0% de Fibra de Piña | 0.165  |
| 1.5% de Fibra de Piña | 0.2475 |

0.1% D. IA D. SIS  
Real

**Figura 18.** Diseños de mezclas para mezcladora de 210 litros.

**Fuente:** Propio.

Para determinar la capacidad de resistir esfuerzos a la compresión de los diseños elaborados con los agregados de la cantera Carapongo y adición de dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra vegetal, se elaboraron 36 cilindros de 4"x8" que serán ensayados a los 7, 14 y 28 días de edad de curado, bajo los lineamientos de la norma NTP 228.034 donde también se precisa los materiales y equipos necesarios:

- Prensa hidráulica que cumpla con estándares dictados por la NTP 399.034.
- 02 bloques de apoyo de acero (superior e inferior) con un diámetro de al menos 3% mayor que el diámetro de los especímenes.
- Espaciadores de acero sólido, de ser necesarios.
- Dial indicar de carga (2021a, p. 6-13).

Para obtener la capacidad de resistir esfuerzos a la tracción indirecta de los diseños elaborados con los agregados de la cantera de Carapongo y adición de dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra vegetal, se fabricaron 36 cilindros de 4"x8" que serán ensayados a los 7, 14 y 28 días de edad de curado, bajo los

lineamientos de la norma NTP 339.084 donde también se precisa los materiales y equipos necesarios:

- Prensa hidráulica que cumpla con estándares dictados por la NTP 399.034.
- 02 platinas de apoyo suplementaria que tengan un ancho mínimo de 5 cm y un espesor no menor a la distancia desde el borde del soporte esférico o rectangular).
- 02 listones de apoyo, debe ser de madera contrachapada de 3 mm de espesor (2017a, p. 3,4).

Por último, para obtener la capacidad de resistir esfuerzos a flexión de los diseños elaborados con los agregados de la cantera Carapongo y adición de dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra vegetal, se fabricaron 24 vigas de 6"x6"x20" que serán ensayados a los 7, 14 y 28 días de edad de curado, bajo los lineamientos de la norma NTP 339.078 donde también se precisa los materiales y equipos necesarios:

- Prensa que cumpla con estándares dictados por la norma ASME E4.
- Dial indicar de carga
- Bloques de carga y boques de soporte de no más de 65 mm de altura.
- Rótulas de acero (2022, p. 5-7).

**Tabla 1.** Cantidad de especímenes de concreto a ensayar.

| PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO                         | DÍAS | PORCENTAJES DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA |      |      |      | CANTIDAD |
|--|------|--------------------------------------|------|------|------|----------|
|  |      | 0%                                   | 0.5% | 1.0% | 1.5% |          |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN                                | 7    | 3                                    | 3    | 3    | 3    | 36       |
|  | 14   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |          |
|  | 28   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |          |
| RESISTENCIA A LA TRACCIÓN                                  | 7    | 3                                    | 3    | 3    | 3    | 36       |
|  | 14   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |          |
|  | 28   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |          |
| <b>TOTAL DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 100mm x 200mm</b>      |      |                                      |      |      |      | 72       |
| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN                                   | 7    | 3                                    | 3    | 3    | 3    | 36       |
|  | 14   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |          |
|  | 28   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |          |
| <b>TOTAL DE VIGAS DE CONCRETO DE 150mm x 150mm X 500mm</b> |      |                                      |      |      |      | 36       |

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.6 Métodos de análisis de datos

Para procesar la información recopilada durante los ensayos de laboratorio, realizado bajo lineamientos implantados por la normativa vigente y registrados en los formatos predeterminados (protocolos), será necesario el uso de programas computacionales. Este proceso ha sido realizado en gabinete, dado que es necesario el uso de un equipo computador para los siguientes programas computacionales:

- SPSS para la estadística inferencial.
- Microsoft Excel para la estadística descriptiva.

El resultado del procesamiento de datos sirvió para demostrar que la hipótesis que se planteó es correcta y puede inferirse a la población.

### 3.7 Aspectos éticos

Durante la redacción de esta investigación, se ha respetado los conocimientos publicados por otros investigadores mediante la citación de la información extraída

bajo los lineamientos de la norma ISO-690; la cual, fue establecida por la Universidad César Vallejo. Esta afirmación ha sido corroborada mediante el uso del programa Turnitin, el cual, es un punto de evaluación previo a la aprobación y sustentación de este documento.

## **IV. RESULTADOS**

### **4.1 Validez y confiabilidad**

Respecto a esta condición para los instrumentos de medición, Quezada precisa que un instrumento de medición es el recurso usado por el investigador para aproximarse al fenómeno y recabar datos de los mismo; además, que debe cubrir los requisitos de validez y confiabilidad (2019, p. 142).

Dado el enfoque de la presente investigación, los recursos o equipos de donde se recabará la información son los equipos de laboratorio como las balanzas, horno de secado, prensa uniaxial. Para dar validez y confiabilidad de los datos obtenidos de los equipos de laboratorio, se verificó sus certificados de calibración vigentes de los mismos, incluso algunos cuentan con certificación de INACAL.

### **4.2 Tablas y gráficas descriptivas**

#### **4.2.1 Granulometría y caracterización de los agregados o áridos**

Como se precisó en el procedimiento, en laboratorio se han realizado pruebas caracterización de agregados; con el propósito de aplicarlos en el diseño de mezcla para el concreto de alta resistencia ( $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ).

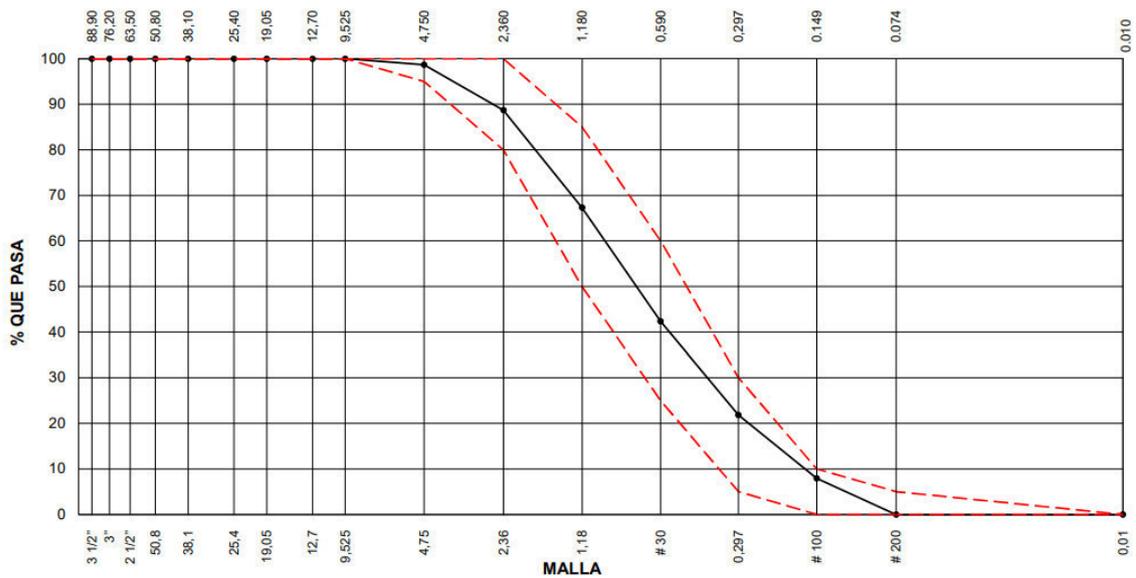
#### **Granulometría de los áridos**

Los ensayos de granulometría para la arena gruesa y piedra H67 se basaron a los lineamientos de la norma NTP 400.012 y los resultados de muestran en las tablas 2 y 3, así como en las figuras 18 y 19:

**Tabla 2.** Granulometría de la arena gruesa

| Malla  | Peso Ret. (gr) | Peso Ret. (gr) | Peso Ret. Acum. (gr) | % Pasa Acum. (%) | ASTM "Limite superior" | ASTM "Limite inferior" |
|--------|----------------|----------------|----------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| 4"     | 101.60 mm      | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 3-1/2" | 88.90 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 3"     | 76.20 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 2-1/2" | 63.50 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 2"     | 50.80 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 1-1/2" | 38.10 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 1"     | 25.40 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 3/4"   | 19.05 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 1/2"   | 12.70 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 3/8"   | 9.53 mm        | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| N°4    | 4.73 mm        | 12.00          | 1.32                 | 98.68            | 95.00                  | 100.00                 |
| N°8    | 2.36 mm        | 91.00          | 9.99                 | 88.69            | 80.00                  | 100.00                 |
| N°16   | 1.18 mm        | 195.00         | 21.41                | 67.29            | 50.00                  | 85.00                  |
| N°30   | 0.59 mm        | 227.00         | 24.92                | 42.37            | 25.00                  | 60.00                  |
| N°50   | 0.30 mm        | 187.00         | 20.53                | 21.84            | 5.00                   | 30.00                  |
| N°100  | 0.15 mm        | 127.00         | 13.94                | 7.90             | 0.00                   | 10.00                  |
| N°200  | 0.07 mm        | 0.00           | 0.00                 | 92.10            | 0.00                   | 5.00                   |
| Fondo  | 0.01 mm        | 72.00          | 7.90                 | 100.00           | 0.00                   | 0.00                   |

**Fuente:** Elaboración propia.



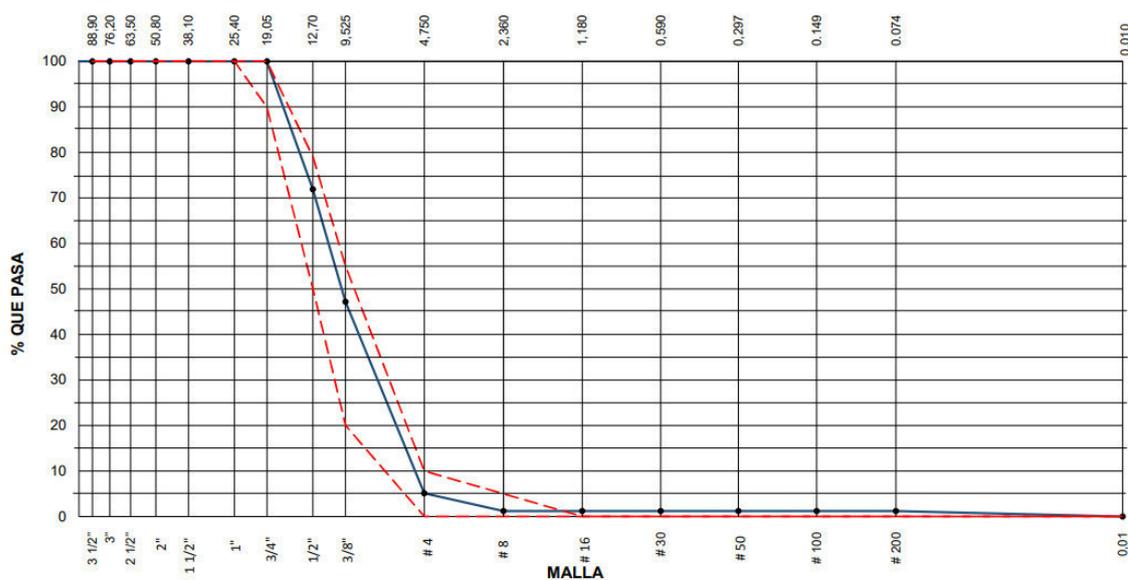
**Figura 19.** Curva granulométrica del agregado fino

**Fuente:** Laboratorio CITEMAC

**Tabla 3.** Granulometría de la piedra H67

| Malla  | Peso Ret. (gr) | Peso Ret. (gr) | Peso Ret. Acum. (gr) | % Pasa Acum. (%) | ASTM "Limite superior" | ASTM "Limite inferior" |
|--------|----------------|----------------|----------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| 4"     | 101.60 mm      | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 3-1/2" | 88.90 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 3"     | 76.20 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 2-1/2" | 63.50 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 2"     | 50.80 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 1-1/2" | 38.10 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 1"     | 25.40 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 100.00                 | 100.00                 |
| 3/4"   | 19.05 mm       | 0.00           | 0.00                 | 0.00             | 90.00                  | 100.00                 |
| 1/2"   | 12.70 mm       | 1804.00        | 28.13                | 71.87            | 50.00                  | 79.00                  |
| 3/8"   | 9.53 mm        | 186.00         | 52.85                | 47.15            | 20.00                  | 55.00                  |
| N°4    | 4.73 mm        | 2698.00        | 94.92                | 5.08             | 0.00                   | 10.00                  |
| N°8    | 2.36 mm        | 248.00         | 98.78                | 1.22             | 0.00                   | 5.00                   |
| N°16   | 1.18 mm        | 0.00           | 98.78                | 1.22             | 0.00                   | 0.00                   |
| N°30   | 0.59 mm        | 0.00           | 98.78                | 1.22             | 0.00                   | 0.00                   |
| N°50   | 0.30 mm        | 0.00           | 98.78                | 1.22             | 0.00                   | 0.00                   |
| N°100  | 0.15 mm        | 0.00           | 98.78                | 1.22             | 0.00                   | 0.00                   |
| N°200  | 0.07 mm        | 0.00           | 98.78                | 1.22             | 0.00                   | 0.00                   |
| Fondo  | 0.01 mm        | 78.00          | 100.00               | 0.00             | 0.00                   | 0.00                   |

**Fuente:** Laboratorio CITEMAC.



**Figura 20.** Curva granulométrica del agregado grueso

**Fuente:** Laboratorio CITEMAC

### Caracterización de los áridos

La caracterización de la arena gruesa y piedra H67 se basaron en ensayos y/o procedimientos aprobados por normas nacionales (NTP) e internaciones (ASTM), de donde se consiguió los siguientes datos:

**Tabla 4.** Caracterización de la piedra H67 y arena gruesa.

| <b>Características Físicas</b>                         | <b>Agregado grueso</b> | <b>Agregado fino</b> |
|--|------------------------|----------------------|
| Peso Específico de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.67                   | 2.54                 |
| Peso Específico de Masa Seco SS (gr/cm <sup>3</sup> )  | 2.70                   | 2.60                 |
| Peso Específico de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.74                   | 2.72                 |
| Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )          | 1560                   | 1450                 |
| Peso Unitario Suelto (kg/cm <sup>3</sup> )             | 1595                   | 1786                 |
| Absorción (%)  | 0.98                   | 2.67                 |
| Tamaño Máximo  | 3/4"                   | -                    |
| Tamaño Máximo Nominal                                  | 1/2"                   | -                    |
| % Humedad  | 1.71                   | 1.76                 |
| Módulo de Fineza                                       | 6.42                   | 2.73                 |
| % < Malla N°200 (0.75µm)                               | 0.47                   | 7.64                 |

**Fuente:** Laboratorio CITEMAC.

#### 4.2.2 Diseño de mezcla patrón y con adición de fibra de hoja de piña (FHP)

Para diseñar la mezcla de concreto de  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  se tomó como base la metodología indicada por el ACI 211.4, dado que el alcance de esa norma precisa para concretos de alta resistencia los que superan a  $f'c=422\text{kg/cm}^2$ ; sin embargo, se contradice con la norma ACI 363.2R, dado que esta norma considera como concretos de alta resistencia a los que superan a  $f'c=562.5\text{kg/cm}^2$ . En consecuencia, para la preparar  $1\text{m}^3$  de concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  se requiere la siguiente cantidad de materiales:

**Tabla 5.** Diseño para concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  (patrón).

| Componentes                   | Cantidad | Unidad     |
|-------------------------------|----------|------------|
| Cemento Andino - Tipo HS (MH) | 550      | Kilogramos |
| Agua                          | 189      | Litros     |
| Agregado grueso: Piedra H67   | 917.3    | Kilogramos |
| Agregado fino: Arena gruesa   | 811.3    | Kilogramos |
| Aditivo: Dynamon Sp 45        | 3.9      | Kilogramos |
| Fibra de hoja de piña (FHP)   | 0        | -          |

**Fuente:** Elaboración propia.

Para hallar las cantidades de FHP en los diseños, se consideró el peso del cemento, y se determinó las cantidades para preparar 1 m<sup>3</sup> de concreto:

**Tabla 6.** Diseño para concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  con adición de FHP.

| Materiales                    | Adición 0.5%<br>de FHP | Adición 1.0%<br>de FHP | Adición 1.5%<br>de FHP |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                               | Peso (kg)              | Peso (kg)              | Peso (kg)              |
| Cemento Andino - Tipo HS (MH) | 550                    | 550                    | 550                    |
| Agua                          | 189                    | 189                    | 189                    |
| Agregado grueso: Piedra H67   | 917.3                  | 917.3                  | 917.3                  |
| Agregado fino: Arena gruesa   | 811.3                  | 811.3                  | 811.3                  |
| Aditivo: Dynamon Sp 45        | 3.9                    | 3.9                    | 3.9                    |
| Fibra de hoja de piña (FHP)   | 2.8                    | 5.5                    | 8.3                    |

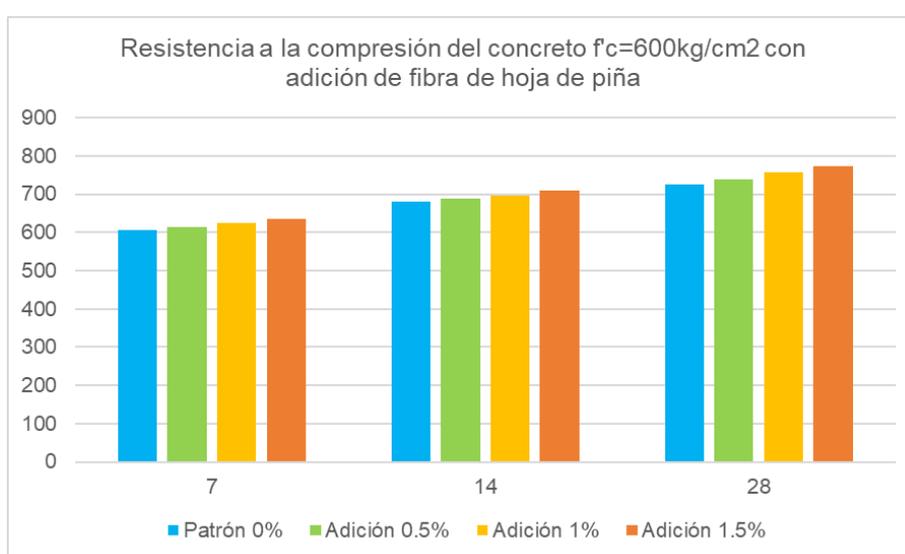
**Fuente:** Elaboración propia.

De los ensayos realizados a los especímenes de concreto cilíndricos con las dosificaciones de FHP y sometidos a esfuerzos de compresión; se sintetizó los resultados y elaboró la presente tabla:

**Tabla 7.** Resultados de ensayos de compresión.

| Edad (días)                               | 7                         |        | 14                        |        | 28                        |        |
|---|---------------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|
|   | f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Δ%     | f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Δ%     | f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Δ%     |
| Dosificación de fibra de hoja de piña (%) | 0.0                       | -      | 680.1                     | -      | 724.0                     |        |
|   | 0.5                       | 101.2% | 688.4                     | 101.2% | 737.9                     | 101.9% |
|   | 1.0                       | 103.0% | 695.0                     | 102.2% | 757.5                     | 104.6% |
|   | 1.5                       | 104.8% | 710.1                     | 104.4% | 774.1                     | 106.9% |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Figura 21.** Resultados de ensayos de compresión axial.

**Fuente:** Elaboración propia.

Del gráfico 21 y tabla 7 mostradas, se puede observar que en los primeros 7 días el concreto patrón desarrolló un desempeño bajo esfuerzos a compresión de  $606.8\text{kg/cm}^2$ , superando la resistencia de diseño de  $600\text{kg/cm}^2$ . Además, añadiendo las FHP en dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%; se mejoró ligeramente su desempeño bajo esfuerzos de compresión en 1.2%, 3.0% y 4.8% respectivamente.

En similar condición, el concreto patrón a los 14 días de edad logró alcanzar un desempeño bajo esfuerzos a compresión de  $680.1\text{kg/cm}^2$ , que superó su resistencia de diseño de  $f'c=600\text{ kg/cm}^2$ . Así mismo, añadiendo dosificaciones de

0.5%, 1.0% y 1.5% de FHP al mismo concreto; su desempeño bajo esfuerzo a compresión se incrementó ligeramente en 1.2%, 2.2% y 4.4% respectivamente.

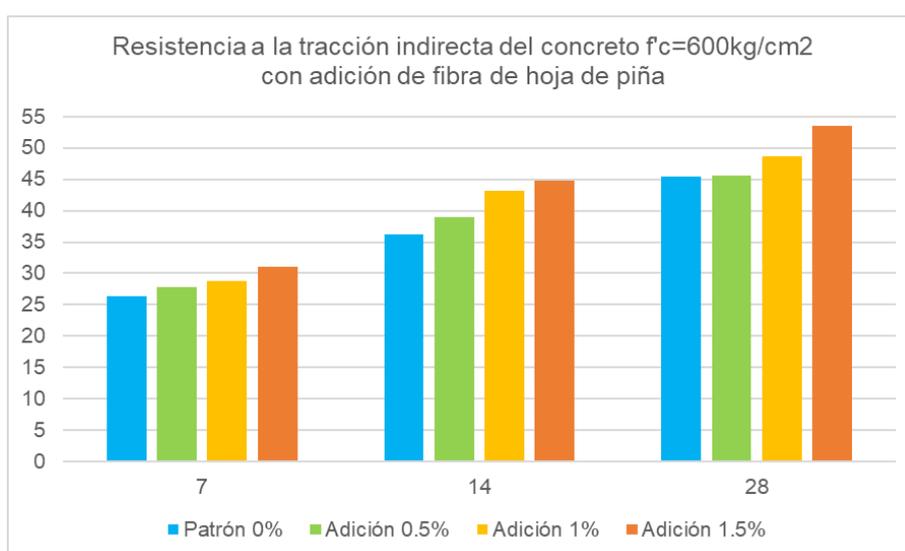
Por último, los ensayos de la muestra patrón a los 28 días, que desarrolló una resistencia a la compresión de 724.0kg/cm<sup>2</sup> y superó en 124 kg/cm<sup>2</sup> (20.7%) la resistencia de diseño. Asimismo, añadiendo FHP con dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%, su capacidad de resistir esfuerzos a compresión se elevó en 1.9%, 4.6% y 6.9% respectivamente.

Además, se ensayó las probetas cilíndricas bajo carga de tracción indirecta y se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 8.** Resultados de ensayos de tracción indirecta.

| Edad (días)                               | 7                        |        | 14                       |        | 28                       |        |
|---|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|
|   | ft (kg/cm <sup>2</sup> ) | Δ%     | ft (kg/cm <sup>2</sup> ) | Δ%     | ft (kg/cm <sup>2</sup> ) | Δ%     |
| Dosificación de fibra de hoja de piña (%) | 0.0                      | -      | 36.2                     | -      | 45.4                     | -      |
|   | 0.5                      | 105.9% | 39.0                     | 107.9% | 45.6                     | 100.5% |
|   | 1.0                      | 109.6% | 43.1                     | 119.2% | 48.7                     | 107.3% |
|   | 1.5                      | 118.2% | 44.8                     | 123.8% | 53.6                     | 118.1% |

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 22.** Resultados de ensayos de tracción indirecta.

**Fuente:** Elaboración propia.

Del gráfico 22 y tabla 8 mostradas se puede observar que el concreto patrón a los 7 días obtuvo un desempeño bajo esfuerzo a la tracción indirecta de 26.3 kg/cm<sup>2</sup>; sin embargo, al añadir FHP al concreto en dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% su desempeño a esfuerzos de tracción indirecta creció 5.9%, 9.6% y 18.2% respectivamente.

A 14 días de edad el concreto patrón obtuvo un valor de desempeño bajo esfuerzos a tracción indirecta de 36.2 kg/cm<sup>2</sup> y al añadir 0.5%, 1.0% y 1.5% de FHP, su capacidad de resistir esfuerzos a la tracción indirecta se incrementó en 7.9%, 19.2% y 23.8% respectivamente.

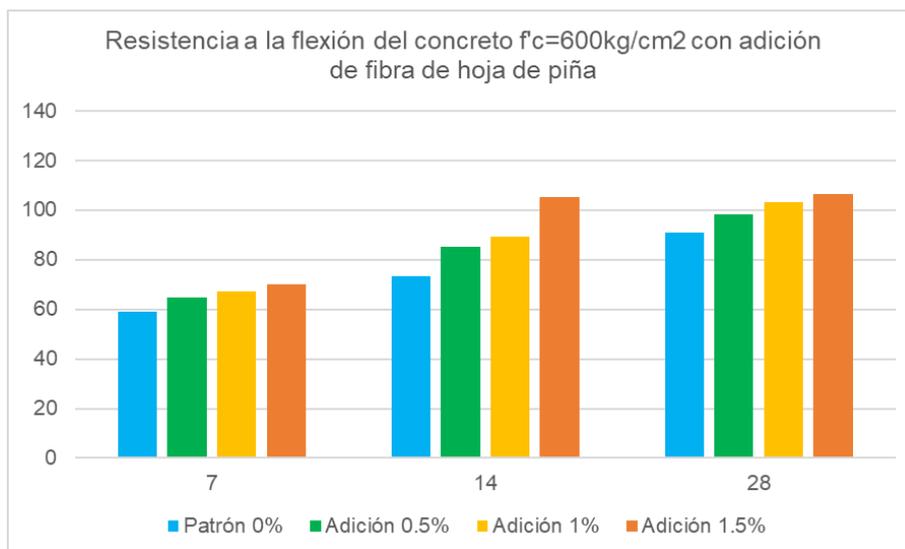
En el caso de los ensayos a los 28 días de la muestra patrón, que alcanzó una capacidad de resistir esfuerzos a la tracción indirecta de 45.4 kg/cm<sup>2</sup>. Al añadir 0.5% de FHP su capacidad de resistir esfuerzos a la tracción indirecta se elevó mínimamente en 0.5%; sin embargo; al añadir 1.0% y 1.5% su capacidad de soportar esfuerzos de tracción indirecta se incrementó en 7.3% y 18.1% respectivamente.

Para finalizar, los resultados de los ensayos las probetas prismáticas (vigas) bajo carga de flexión fueron los siguientes:

**Tabla 9.** Resultados de ensayos de flexión.

| Edad (días) | 7                        |        | 14                       |        | 28                       |        |
|-------------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|--------------------------|--------|
|             | Mr (kg/cm <sup>2</sup> ) | Δ%     | Mr (kg/cm <sup>2</sup> ) | Δ%     | Mr (kg/cm <sup>2</sup> ) | Δ%     |
| 0.0         | 59.3                     | -      | 73.2                     | -      | 90.8                     | -      |
| 0.5         | 64.3                     | 108.4% | 85.5                     | 116.9% | 98.4                     | 108.4% |
| 1.0         | 66.4                     | 112.0% | 88.6                     | 121.1% | 103.0                    | 113.4% |
| 1.5         | 68.8                     | 116.1% | 106.1                    | 145.0% | 106.8                    | 117.3% |

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 23.** Resultados de ensayos de flexión.

**Fuente:** Elaboración propia.

De los gráficos y tablas mostradas se puede observar que el concreto patrón a los 7 días de edad obtuvo un desempeño bajo esfuerzos a flexión de  $59.3 \text{ kg/cm}^2$ ; sin embargo, al añadir FHP al concreto en dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% su desempeño a esfuerzos de flexión creció en 8.4%, 12.0% y 16.1% respectivamente.

Similares resultados se obtuvieron a 14 días de edad del concreto patrón, que obtuvo un desempeño bajo esfuerzos a flexión de  $73.2 \text{ kg/cm}^2$ ; sin embargo, al añadir FHP al mismo concreto en dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%; su desempeño bajo esfuerzos de flexión creció en 16.9%, 21.1% y 45.0% respectivamente.

En el caso de los ensayos a los 28 días de la muestra patrón, que alcanzó una resistencia a la flexión de  $90.8 \text{ kg/cm}^2$ ; sin embargo, añadiendo FHP con dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%, su capacidad de resistir esfuerzos a la flexión se elevó en 8.4%, 13.4% y 17.3% respectivamente.

## **4.3 Estadística inferencial**

### **4.3.1. Prueba de normalidad**

Para la constatación de las hipótesis propuestas en el presente estudio (general y específicas), se procesaron los datos o resultados de los ensayos enviados por el laboratorio con ayuda del programa de análisis estadístico SPSS.

Para contrastar las tres hipótesis específicas planteadas en esta investigación, se determinó la normalidad de los datos de estudio bajo los lineamientos del método de Shapiro-Wilk; dado que los datos analizados son menores de 30, caso contrario, de debió usar el método de Kolmogorov Snirnov.

#### **4.3.1.1. Prueba de normalidad de hipótesis específica 1**

- **Información analizada**

La cantidad de datos para el indicador de resistencia a la compresión fueron 3, el mismo que es menor a 30; por lo que se optó por el método de Shapiro-Wilk para hallar el p-valor o su significancia.

- **Significancia ( $\alpha$ )**

Para esta investigación se estableció un 95% de confiabilidad, por ende, el 5% restante corresponde al error. En tal sentido, la significancia ( $\alpha$ ) es de 0.05.

- **Formulación de la hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** La información analizada de ensayos de compresión del concreto con adición de FHP presentan una distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** La información analizada de ensayos de compresión del concreto con adición de FHP no presentan una distribución normal.

- **Criterio de decisión**

Si, p-valor <  $\alpha$  (0.05): Aceptar hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>); por lo tanto, la información procesada no tiene una distribución normal y se debe emplear métodos no paramétricos.

Si,  $p\text{-valor} \geq \alpha$  (0.05): Aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ); por lo tanto, la información procesada no tiene una distribución normal y se debe emplear métodos paramétricos.

- **Resultados estadísticos**

Los datos recopilados de los ensayos de probetas de concreto con dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FHP bajo esfuerzos de compresión a los 28 días de edad fueron procesados bajo los conceptos de estadística inferencial con ayuda del programa SPSS para demostrar su normalidad. Es muy importante considerar que se usaron solo los datos a 28 días, dado que la mezcla ha sido diseñada para esa edad y la normativa peruana precisa que los resultados válidos de los ensayos de probetas de concreto son los obtenidos a los 28 días, salvo excepciones.

**Tabla 10.** Prueba de normalidad hipótesis específica 1 - Compresión.

|   | Dosificación de FHP<br>(%) | Shapiro-Wilk |    |       |
|---|----------------------------|--------------|----|-------|
|   |                            | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Resistencia a la<br>compresión (kg/cm <sup>2</sup> )<br>a los 28 días | 0,0%                       | 0,793        | 3  | 0,098 |
|   | 0,5%                       | 0,972        | 3  | 0,678 |
|   | 1,0%                       | 0,960        | 3  | 0,615 |
|   | 1,5%                       | 0,997        | 3  | 0,900 |

**Fuente:** Datos del programa SPSS.

- **Decisión**

En tal sentido, interpretando los resultados de la tabla 10, donde todos los valores de significancia (p-valor) superan 0.05; esto conlleva a admitir la hipótesis nula ( $H_0$ ) y confirmar que la información analizada presenta una distribución normal.

#### 4.3.1.2. Prueba de normalidad hipótesis específica 2

- **Información analizada**

La cantidad de datos para el indicador de resistencia a la tracción indirecta fueron 3, el mismo que es menor a 30; por lo que se optó por el método de Shapiro-Wilk para hallar el p-valor o su significancia.

- **Significancia ( $\alpha$ )**

Para esta investigación se estableció un 95% de confiabilidad, por ende, el 5% restante corresponde al error. En tal sentido, la significancia ( $\alpha$ ) es de 0.05.

- **Formulación de la hipótesis**

**H<sub>0</sub>:** La información analizada de ensayos de tracción indirecta del concreto con adición de FHP presentan una distribución normal.

**H<sub>1</sub>:** La información analizada de ensayos de tracción indirecta del concreto con adición de FHP no presentan una distribución normal.

- **Criterio de decisión**

Si,  $p\text{-valor} < \alpha$  (0.05): Aceptar hipótesis alternativa ( $H_1$ ); por lo tanto, la información procesada no tiene una distribución normal y se debe emplear métodos no paramétricos.

Si,  $p\text{-valor} \geq \alpha$  (0.05): Aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ); por lo tanto, la información procesada no tiene una distribución normal y se debe emplear métodos paramétricos.

- **Resultados estadísticos**

Los datos recopilados de los ensayos de probetas de concreto con dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% de FHP bajo esfuerzos de tracción indirecta a los 28 días de edad fueron procesados bajo los conceptos de estadística inferencial con ayuda del programa SPSS para demostrar su normalidad

**Tabla 11.** Prueba de normalidad hipótesis específica 2 – Tracción indirecta

|   | Dosificación FHP (%) | Shapiro-Wilk |    |       |
|---|----------------------|--------------|----|-------|
|   |                      | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Resistencia a la tracción indirecta (MPa) a los 28 días | 0,0%                 | 0,977        | 3  | 0,707 |
|   | 0,5%                 | 0,869        | 3  | 0,293 |
|   | 1,0%                 | 0,985        | 3  | 0,763 |
|   | 1,5%                 | 0,988        | 3  | 0,790 |

**Fuente:** Datos del programa SPSS.

- **Decisión**

En tal sentido, interpretando los resultados de la tabla 12, donde todos los valores de significancia (p-valor) superan 0.05; esto conlleva a admitir la hipótesis nula ( $H_0$ ) y confirmar que la información analizada presenta una distribución normal.

#### **4.3.1.3. Prueba de normalidad hipótesis específica 3**

- **Significancia ( $\alpha$ )**

Para esta investigación se estableció un 95% de confiabilidad, por ende, el 5% restante corresponde al error. En tal sentido, la significancia ( $\alpha$ ) es de 0.05.

- **Formulación de la hipótesis**

**$H_0$ :** La información analizada de ensayos de flexión del concreto con adición de FHP presentan una distribución normal.

**$H_1$ :** La información analizada de ensayos de flexión del concreto con adición de FHP no presentan una distribución normal.

- **Criterio de decisión**

Si,  $p\text{-valor} < \alpha$  (0.05): Aceptar hipótesis alternativa ( $H_1$ ); por lo tanto, la información procesada no tiene una distribución normal y se debe emplear métodos no paramétricos.

Si,  $p\text{-valor} \geq \alpha$  (0.05): Aceptar la hipótesis nula ( $H_0$ ); por lo tanto, la información procesada no tiene una distribución normal y se debe emplear métodos paramétricos.

- **Resultados estadísticos**

Los datos recopilados de los ensayos de probetas de concreto con dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% FHP bajo esfuerzos de flexión a los 28 días de edad fueron procesados bajo los conceptos de estadística inferencial con ayuda del programa SPSS para demostrar su normalidad

**Tabla 12.** Prueba de normalidad hipótesis específica 3 – Flexión.

|  | Dosificación de FHP<br>(%) | Shapiro-Wilk |    |       |
|--|----------------------------|--------------|----|-------|
|  |                            | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) a los 28 días | 0,0%                       | 0,999        | 3  | 0,928 |
|  | 0,5%                       | 0,950        | 3  | 0,568 |
|  | 1,0%                       | 0,991        | 3  | 0,814 |
|  | 1,5%                       | 0,875        | 3  | 0,309 |

**Fuente:** Datos del programa SPSS.

- **Decisión**

En tal sentido, interpretando los resultados de la tabla 13, donde todos los valores de significancia (p-valor) superan 0.05; esto conlleva a admitir la hipótesis nula ( $H_0$ ) y confirmar que la información analizada presenta una distribución normal.

#### 4.3.2. Prueba de hipótesis

##### 4.3.2.1. Contrastación de hipótesis específica 01

- **Planteamiento de hipótesis**

En la presente investigación se relaciona la dosificación de la fibra vegetal (FHP) y el desempeño del concreto bajo esfuerzo de compresión, se presentan las siguientes hipótesis estadísticas:

**H<sub>1</sub>:** Al menos una de las dosificaciones de FHP se diferencia significativamente de las demás en cuanto a su resistencia a la compresión del concreto; por lo que existe influencia de la FHP en la capacidad de resistir esfuerzos a compresión del concreto  $f'_c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera de la Cantera Carapongo, Lurigancho 2023.

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias significativas entre las dosificaciones de FHP en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto; por lo que no existe influencia de la FHP en la capacidad de resistir esfuerzos a compresión del concreto  $f'_c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera de la Cantera Carapongo, Lurigancho 2023.

- **Significancia ( $\alpha$ )**

Para esta investigación se estableció un 95% de confiabilidad, por ende, el 5% restante corresponde al error. En tal sentido, la significancia ( $\alpha$ ) es de 0.05.

- **Resultados estadísticos**

Los datos procesados bajo el método ANOVA, análisis de varianza, resultaron en los siguientes datos:

**Tabla 13.** Prueba de ANOVA – Resistencia a la compresión 28 días.

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig.    |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|---------|
| Entre grupos     | 4355,429          | 3  | 1451,810         | 44,059 | < 0,001 |
| Dentro de grupos | 263,613           | 8  | 32,952           |        |         |
| Total            | 4619,043          | 11 |                  |        |         |

**Fuente:** Datos del programa SPSS.

- **Criterio de decisión**

Si,  $p\text{-valor} < \alpha$  (0.05): Aceptar hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y rechazar hipótesis nula ( $H_0$ ).

Si,  $p\text{-valor} \geq \alpha$  (0.05): Rechaza hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y aceptar hipótesis nula ( $H_0$ ).

- **Toma de decisión**

Conforme se aprecia en la tabla 13, resultó un valor de significancia (Sig.) de 0,00; el cual se encuentra por debajo del nivel de control establecido de 0,05 ( $0.00 < 0.05$ ). Con este resultado se optó en aceptar la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y por lo tanto se debe verificar la existencia de diferencias significativas entre las dosificaciones de FHP en cuanto al esfuerzo de compresión del concreto  $f'_c=600\text{kg/cm}^2$  a los 28 días.

Completando este análisis, se utilizó la prueba de Tukey para corroborar que no existen diferencias significativas entre las dosificaciones de FHP.

**Tabla 14.** Prueba de Tukey – Resistencia a la compresión a los 28 días

| Dosificación de FHP (%) | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |          |          |
|-------------------------|---|------------------------------|----------|----------|
|                         |   | 1                            | 2        | 3        |
| 0,0%                    | 3 | 724,0000                     |          |          |
| 0,5%                    | 3 | 737,7333                     |          |          |
| 1,0%                    | 3 |                              | 757,4667 |          |
| 1,5%                    | 3 |                              |          | 774,1000 |
| Sig.                    |   | 0,073                        | 1,000    | 1,000    |

**Fuente:** Datos del programa SPSS.

De acuerdo a la tabla 14, se aprecia que se formaron 3 subconjuntos, con los cuales se aprecian las diferencias significativas entre las distintas dosificaciones de FHP en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto. Asimismo, se aprecia que la dosificación con 1,0% de FHP y la dosificación con 1,5% FHP se diferencian significativamente del patrón. Por lo tanto, la adición dosificada con 1,0% y 1,5% de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera de la Cantera Carapongo, Lurigancho 2023. Por último, se resalta que de las tres dosificaciones de FHP propuestas, destaca la de 1.5%, dado que se ubica sola en el subconjunto 3.

#### 4.3.2.2. Contrastación de hipótesis específica 02

- **Planteamiento de hipótesis**

En la presente investigación se relaciona la dosificación de la fibra vegetal (FHP) y el desempeño del concreto bajo esfuerzos de tracción indirecta, se presentan las siguientes hipótesis estadísticas:

**H<sub>1</sub>:** Al menos una de las dosificaciones de FHP se diferencia significativamente de las demás en cuanto a su resistencia a la tracción indirecta del concreto; por lo que existe influencia de la FHP en la capacidad de resistir esfuerzos a la tracción indirecta del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera de la Cantera Carapongo, Lurigancho 2023.

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias significativas entre las dosificaciones de FHP en cuanto a la resistencia a la tracción indirecta del concreto; por lo que no existe influencia de la FHP en la capacidad de resistir esfuerzos a la tracción indirecta del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera de la Cantera Carapongo, Lurigancho 2023.

- **Significancia ( $\alpha$ )**

Para esta investigación se estableció un 95% de confiabilidad, por ende, el 5% restante corresponde al error. En tal sentido, la significancia ( $\alpha$ ) es de 0.05.

- **Resultados estadísticos**

De los datos procesados, se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 15.** Prueba de ANOVA – Resistencia a la tracción a los 28 días.

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig.    |
|------------------|-------------------|----|------------------|--------|---------|
| Entre grupos     | 131,217           | 3  | 43,739           | 30,971 | < 0,001 |
| Dentro de grupos | 11,298            | 8  | 1,412            |        |         |
| Total            | 142,515           | 11 |                  |        |         |

**Fuente:** Datos del programa SPSS.

- **Criterio de decisión**

Si,  $p\text{-valor} < \alpha$  (0.05): Aceptar hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y rechazar hipótesis nula ( $H_0$ ).

Si,  $p\text{-valor} \geq \alpha$  (0.05): Rechaza hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y aceptar hipótesis nula ( $H_0$ ).

- **Toma de decisión**

Conforme se aprecia en la tabla 15 resultó un valor de significancia (Sig.) de 0,00; el cual se encuentra por debajo del nivel de control establecido de 0,05 ( $0.00 < 0.05$ ). Con este resultado se optó en aceptar la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y por lo tanto se debe verificar la existencia de diferencias significativas entre las dosificaciones de FHP en cuanto al esfuerzo de tracción del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  a los 28 días.

Completando este análisis, se utilizó la prueba de Tukey para corroborar que no existen diferencias significativas entre las dosificaciones de fibra de hoja de piña.

**Tabla 16.** Prueba de Tukey – Resistencia a la tracción a los 28 días

| Dosificación de FHP (%) | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |         |
|-------------------------|---|------------------------------|---------|---------|
|                         |   | 1                            | 2       | 3       |
| 0,0%                    | 3 | 45,3900                      |         |         |
| 0,5%                    | 3 | 45,6267                      | 45,6267 |         |
| 1,0%                    | 3 |                              | 48,7233 |         |
| 1,5%                    | 3 |                              |         | 53,5867 |
| Sig.                    |   | 0,994                        | 0,051   | 1,000   |

**Fuente:** Datos del programa SPSS.

De acuerdo a la tabla 16, se aprecia que se formaron 3 subconjuntos, con los cuales se aprecian las diferencias significativas entre las distintas dosificaciones de FHP en cuanto a la capacidad de resistir esfuerzos a la tracción del concreto. Asimismo, se aprecia que la dosificación con 1,0% de FHP y la dosificación con 1,5% FHP se diferencian significativamente del patrón. Por lo tanto, la adición dosificada con 1,0% y 1,5% de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la tracción del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera de la Cantera Carapongo, Lurigancho 2023. Por último, se resalta que de las tres dosificaciones de FHP propuestas, destaca la de 1.5%, dado que se ubica sola en el subconjunto 3.

#### 4.3.2.3. Contrastación de hipótesis específica 03

- **Planteamiento de hipótesis**

En la presente investigación se relaciona la dosificación de fibra vegetal (FHP) y el desempeño del concreto bajo esfuerzos de flexión, por lo que se presentan las siguientes hipótesis estadísticas:

**H<sub>1</sub>:** Al menos una de las dosificaciones de FHP se diferencia significativamente de las demás en cuanto a su resistencia a la flexión del concreto; por lo que existe influencia de la FHP en la capacidad de resistir esfuerzos a la flexión

del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera de la Cantera Carapongo, Lurigancho 2023.

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias significativas entre las dosificaciones de FHP en cuanto a la resistencia a la flexión del concreto; por lo que no existe influencia de la FHP en la capacidad de resistir esfuerzos a la flexión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera de la Cantera Carapongo, Lurigancho 2023.

- **Significancia ( $\alpha$ )**

Para esta investigación se estableció un 95% de confiabilidad, por ende, el 5% restante corresponde al error. En tal sentido, la significancia ( $\alpha$ ) es de 0.05.

- **Resultados estadísticos**

De los datos procesados, se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 17.** Prueba de ANOVA – Resistencia a la flexión a los 28 días.

|                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F       | Sig.    |
|------------------|-------------------|----|------------------|---------|---------|
| Entre grupos     | 413,755           | 3  | 137,918          | 111,018 | < 0,001 |
| Dentro de grupos | 9,938             | 8  | 1,242            |         |         |
| Total            | 423,693           | 11 |                  |         |         |

**Fuente:** Datos programa SPSS.

- **Criterio de decisión**

Si,  $p\text{-valor} < \alpha$  (0.05): Acepta hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y rechazar hipótesis nula ( $H_0$ ).

Si,  $p\text{-valor} \geq \alpha$  (0.05): Rechaza hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y aceptar hipótesis nula ( $H_0$ ).

- **Decisión**

Conforme se aprecia en la tabla 17 resultó un valor de significancia (Sig.) de 0,00; el cual se encuentra por debajo del nivel de control establecido de 0,05 ( $0.00 < 0.05$ ). Con este resultado se optó en aceptar la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y por lo tanto se debe verificar la existencia de divergencias significativas entre las

dosificaciones de FHP en cuanto al esfuerzo de flexión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  a los 28 días.

Completando este análisis, se utilizó la prueba de Tukey para corroborar que no existen diferencias significativas entre las dosificaciones de fibra de hoja de piña.

**Tabla 18.** Prueba de Tukey – Resistencia a la flexión a los 28 días

| Dosificación de FHP (%) | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |         |          |          |
|-------------------------|---|------------------------------|---------|----------|----------|
|                         |   | 1                            | 2       | 3        | 4        |
| 0,0%                    | 3 | 90,8333                      |         |          |          |
| 0,5%                    | 3 |                              | 98,4267 |          |          |
| 1,0%                    | 3 |                              |         | 102,9867 |          |
| 1,5%                    | 3 |                              |         |          | 106,5467 |
| Sig.                    |   | 1,000                        | 1,000   | 1,000    | 1,000    |

**Fuente:** Datos del programa SPSS.

De acuerdo a la tabla 18, se aprecia que se formaron 4 subconjuntos, con los cuales se aprecian las diferencias significativas entre las distintas dosificaciones de FHP en cuanto a la capacidad de resistir esfuerzos a la flexión del concreto; asimismo, se aprecia que las dosificaciones con 0.5%, 1.0% y 1.5% de FHP se diferencian significativamente del patrón. Por lo tanto, la adición dosificada con 0.5%, 1.0% y 1.5% de fibra de hoja de piña influyen en la capacidad de resistir esfuerzos a la flexión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera de la Cantera Carapongo, Lurigancho 2023. Es muy importante resaltar que de las tres dosificaciones de FHP propuestas, destaca la de 1.5%, dado que se ubica sola en el subconjunto 4.

## V. DISCUSIÓN

Para la hipótesis 1, se evidenció a través de la contrastación de la hipótesis estadística que, la adición dosificada de fibra de hoja de piña (FHP) influye en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera Carapongo, Lurigancho 2023. Estos resultados concuerdan con las investigaciones de Althoey et al. (2022) quienes incorporaron 0.2%, 06% y 1.0% de fibras de palmera datilera

en el concreto y su desempeño bajo esfuerzos a compresión aumentó en 8.0% para una dosificación del 1.0% respecto al volumen del concreto. Esta coincidencia puede haberse generado porque los autores incorporaron dosificaciones similares de fibra vegetal al concreto, pese a que su dosificación es respecto al volumen del concreto y no al peso del cemento como se propuso en esta investigación; además que la fibra de palma datilera tiene mayor espesor y fue tratada químicamente con hidróxido de sodio (NaOH). Caso similar se presentó con la investigación de Shcherban et al. (2022) quienes al incorporar desde 0.25% hasta 2.5% de fibra de coco en intervalos de 0.25% se obtuvo mejoras en la resistencia a la compresión del concreto, siendo el porcentaje óptimo de 1.75% de fibra de coco en el concreto respecto al peso del cemento, con incremento del 26% y 24% para especímenes cúbicos y prismáticos respectivamente. Esta investigación coincide en que la dosificación se basa en porcentajes respecto al peso del cemento y se debe considerar que, en la presente investigación no se encontró un porcentaje óptimo, ya que no se identificó un punto de inflexión en los gráficos de resistencia a compresión a los 28 días realizados de los ensayos de laboratorio. Los resultados de esta investigación se contradicen con los resultados de Gil et al. (2021) quienes añadieron 0.46% y 0.62% de fibra de coco en el concreto respecto al peso del cemento, donde el desempeño bajo esfuerzos de compresión del concreto a los 28 días de edad disminuyó a 66.97% y 84.09% respectivamente; por lo que la reducción podría atribuirse a que el concreto elaborado por los investigadores es de resistencia normal y no de alta resistencia como se propone en la presente investigación, menor relación de agua-cemento y agregados gruesos de menor tamaño. Además, la investigación de Abisha y Nalathan (2023) quienes determinaron que al añadir desde 0.1 % hasta 0.5% de FHP, en intervalos de 0.1%, a los 28 días de edad del concreto se incrementa su resistencia a la compresión en 4.8% para una dosificación de 0.2% de FHP; sin embargo, para las dosificaciones de 0.3%, 0.4% y 0.5% su desempeño bajo esfuerzos de compresión decae respecto al patrón. La divergencia con esta investigación podría haberse generado por los siguientes motivos: Los autores utilizaron una relación de aspecto de 100 para la FHP, indicado en la norma ACI318 para fibras en general; sin embargo, la FHP usada en esta investigación tiene una relación de aspecto mayor (350 en promedio), dado que en investigaciones similares se dio buenos resultados con una

longitud de 5 cm; además, que la obtención de la fibra de hoja de piña podría haber sido dañada por el ph de concreto, dado que no se ha realizado un tratamiento químico de protección y sellado, y por último y más importante es el tipo de hoja de piña usada; ya que el autor no lo precisa y en la presente investigación de usó piña hawaiana por tener mejor propiedades mecánicas según las investigaciones de Huallpa y Alcántara (2019). Otra contradicción se genera con la investigación de En el caso de Paricaguán y Muñoz (2019) donde su investigación también se contradice con la corroboración de hipótesis estadística, dado que indican que al sustituir 2.5% de fibra de bagazo de caña de azúcar, respecto al volumen de la arena fina, su desempeño a los 28 días bajo esfuerzos de compresión se redujo a 85.20%. Para este caso, la discrepancia podría ser causa del distinto tratamiento químico realizado a la fibra natural; ya que se aplicó polimetilmetacrilato y en la presente investigación hidróxido de sodio. Además de ello, podría haber sumado que los autores utilizaron dosificaron la fibra respecto al volumen de la arena fina y que la longitud de las fibras es de 5 a 6 cm; sin embargo, en la presente investigación se dosificó la fibra respecto al peso del cemento y se usó fibra de 5 cm de longitud.

Constatando la hipótesis estadística con las investigaciones nacionales, donde en la mayoría de casos discrepan con los resultados obtenidos, dado que sustentan que la incorporación de fibra natural al concreto influyó negativamente en su desempeño bajo esfuerzos a compresión; por lo que se contradice los resultados encontrado por Laban et al. (2023) donde se precisa que al añadir fibra de caña de azúcar al concreto en dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 2.0%, las muestras ensayadas a 28 días de edad bajo esfuerzos de compresión axial disminuyeron su desempeño en 7.44%, 34.78 y 80.47% respectivamente. La condición que podría haber afectado los resultados, es que en la investigación de los autores se incorporó adicionalmente ceniza de carbón de madera en dosificaciones variadas. Además, manteniendo la tendencia de reducción de su desempeño a esfuerzos a compresión por la incorporación de fibra vegetal en el concreto, los resultados de la investigación de Anglade et al. (2021) que al añadir 0.4%, 0.6%, 0.8%, 1.0%, 1.2% y 1.4%; el desempeño bajo esfuerzos de compresión del concreto elaborado disminuyeron en 49% respecto al patrón, siendo el factor determinante los vacíos

presentes en la fibra textil que genera mayor cantidad de vacíos en el concreto; además, que podría absorber agua de la mezcla y alterar el diseño.

Para la hipótesis específica 2, se evidenció a través de la constatación de la hipótesis estadística que, la adición dosificada de fibra de hoja de piña (FHP) influye en la resistencia a la tracción indirecta del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera Carapongo, Lurigancho 2023. Los resultados obtenidos concuerdan con las investigaciones de Althoey et al. (2022) quienes incorporaron 0.2%, 0.6% y 1.0% de fibras de palmera datilera en el concreto y a los 28 días mejoró su desempeño bajo esfuerzos de tracción indirecta en 17% con una dosificación de 1.0%, para las otras dosificaciones el incremento fue menor. Estos resultados se podrían sustentar en que las fibras de palma datilera tienen mayor espesor y que la longitud de la fibra fue 1 cm más larga que la FHP utilizada en la presente investigación. Otra coincidencia se genera con la investigación de Abisha y Nalathan (2023) quienes determinaron que al añadir 0.2% de fibra de hoja de piña al concreto, su desempeño bajo esfuerzos a tracción indirecta se incrementó 13.89% a los 28 días de edad. En este caso, la coincidencia entre ambas investigaciones se podría generar por la relación de aspecto de la fibra, se podrían haber acomodado perpendicularmente a la carga y no paralelo a la carga como pasó cuando se ensayó a compresión. Una contradicción se genera con la investigación de Laban et al. (2023) donde los autores precisaron que al incorporar fibra de caña de azúcar en proporciones de 0.5%, 1.0% y 2.0% al concreto, el desempeño bajo esfuerzos de tracción de los especímenes ensayados disminuyó en 21.57%, 26.63 y 66.28%, respectivamente, a los 28 días de edad. Los motivos por el cual podrían haber generado esta divergencia en los resultados, se detalló en hipótesis 1, dado que en esa investigación se adicionó ceniza de carbón de madera y posiblemente el tipo de fibra vegetal usada.

Para la hipótesis específica 3, se evidenció a través de la constatación de la hipótesis estadística que, la adición dosificada de fibra de hoja de piña (FHP) influye en la resistencia a la flexión en el concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera Carapongo, Lurigancho 2023. Los resultados obtenidos se concuerdan con las investigaciones de Althoey et al. (2022) quienes incorporaron 0.2%, 0.6% y 1.0% de fibras de

palmera datilera al concreto y su capacidad de resistir esfuerzos a la flexión mejoró en 85% con una dosificación del 1% a los 28 días de edad. Estos resultados se podrían sustentar en que las fibras de palma datilera tienen mayor espesor y que la longitud de la fibra tenía 1 cm más de longitud que la utilizada en la presente investigación (fibra de hoja de piña). Sumado a ello, Bittner y Oettel (2022) que añadieron 1.25% y 2.5% de fibra de bambú en el concreto y su desempeño bajo esfuerzos a flexión se incrementó 37.1% y 30.9% respectivamente a los 28 días de edad. Esta coincidencia se puede deber a que es un concreto superior a alta resistencia, menores relaciones de agua cemento y uso de superplastificantes que ayudan en acomodar las fibras horizontalmente. Una investigación donde se contradice con los resultados obtenidos es de Torres (2022) donde al añadir fibra vegetal de paja de ichu en dosificaciones de 0.25%, 0.50% y 0.75% a los 28 días de edad, técnicamente se mantiene su desempeño bajo esfuerzos de flexión con un incremento ínfimo de 0.3% para una dosificación de 0.75%; sin embargo, para dosificaciones menores se ha reducido su capacidad de resistir esfuerzos a flexión. Los motivos por el cual podrían haber generado esta divergencia en los resultados, son los factores climatológicos del departamento de Puno; dado que presenta un clima frío y seco, condiciones desfavorables para la elaboración de concreto que necesita una temperatura templada y condiciones húmedas para su correcto desarrollo al menos los primeros 7 días de edad.

Los principales factores comunes en los diseños de mezcla elaborados por autores citados que podrían generar alguna variación, en los resultados similares, son el cemento, que en la mayoría de investigaciones especificaron que usaron cemento portland tipo I y solo uno del tipo II; sin embargo, en esta investigación se usó cemento portland HS por sus beneficios en concretos de alta resistencia; además, de la procedencia de los agregados (Cantera Carapongo) que ocupan la mayor parte del volumen del concreto, ya que varían sus características físicas según su procedencia y por último y no menos importante el tipo de fibra vegetal y dosificación empleada; ya que cada una de las fibras vegetales usadas en las investigaciones tienen distintas características mecánicas.

## VI. CONCLUSIONES

1. En la presente investigación, haciendo uso de la estadística inferencial, se encontró que la adición de fibra de hoja de piña (FHP) influye en el concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera Carapongo, Lurigancho 2023. Se observa que los resultados de ensayos del laboratorio a los 28 días de edad mejoraron las propiedades mecánicas del concreto con la incorporación de esta fibra vegetal; por lo que fue determinante la elección de las dosificaciones planteadas de 0.5%, 1.0% y 1.5%, respecto al peso del cemento. Durante a investigación se evidenció la dificultad de obtener la FHP por la metodología química con hidróxido de sodio; ya que cuando se excedió en los tiempos establecidos por otros autores, la fibra se degradó y se rompió aplicando una ligera fuerza con las manos; además, que la venta de los químicos usados para el desfibrado químico de la hoja de piña está regulada por las autoridades nacionales; por lo que demoró su adquisición.
2. En esta tesis se determinó, mediante la estadística inferencial, que la adición dosificada de fibra de hoja de piña (FHP) influyó en la capacidad de resistir esfuerzos a la compresión del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera Carapongo, Lurigancho 2023. Dentro de lo más relevante, es que el diseño patrón superó en 20% la resistencia a la compresión de diseño a los 28 días de edad y esto podría tener causa en el procedimiento del diseño de mezcla para concretos de alta resistencia del ACI211.4, que indica el incremento de la resistencia de diseño cuando no se cuenta con experiencia y/o resultados previos. Sin perjuicio de lo indicado, los resultados de laboratorio evidenciaron que la adición de FHP incrementa su capacidad de resistir esfuerzos a la compresión del concreto hasta en 6.9% con la adición de 1.5% de FHP, siendo esto corroborado con la estadística inferencial aplicando la prueba de Tukey, posterior al ANOVA, donde se destaca esta dosificación.
3. En esta tesis se determinó, mediante la estadística inferencial, que la adición dosificada de fibra de hoja de piña (FHP) influyó en la capacidad de resistir esfuerzos a la tracción indirecta del concreto  $f'c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera

Carapongo, Lurigancho 2023. Dentro de lo más relevante es que se aplicó el procedimiento indirecto, aplicando una carga en todo el diámetro del espécimen cilíndrico, dado que aplicar el método directo aplicando tracción axial es susceptible a fallas de distribución de cargas uniforme y sujeción de la probeta ensayada. Aplicando el método indirecto, los resultados de laboratorio a los 28 días, evidenciaron que la adición de 1.5% de FHP incrementa su capacidad de resistir esfuerzos a la tracción indirecta del concreto hasta en 18.1%, lo cual fue corroborado con la estadística inferencial aplicando la prueba de Tukey, posterior al ANOVA, donde se destaca esta dosificación.

4. En esta tesis se determinó, mediante la estadística inferencial, que la adición dosificada de fibra de hoja de piña influyó en la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c=600\text{kg/cm}^2$  de la cantera Carapongo, Lurigancho 2023. La dificultad de realizar este ensayo es el cuidado que se tiene que tener con los especímenes prismáticos (vigas); ya que al ser más pesado y largo se podría fisurar y se tendría que descartar esa probeta para la investigación. Dentro de lo más relevante, se precisa que el ensayo realizado a los especímenes prismáticos de esta investigación es aplicando la carga a los tercios centrales, método de la NTP 339.078, y no aplicando la carga en el punto medio, método de la NTP 339.079; ya que, algunos autores indican que aplicando la carga a los tercios centrales se obtiene resultados menores aproximadamente en 15%. Pese a ello, los resultados del laboratorio a los 28 días mostraron una mejora en la resistencia a la flexión de hasta 17.3% añadiendo 1.5% de fibra de hoja de piña, lo cual fue corroborado con la estadística inferencial aplicando la prueba de Tukey, posterior al ANOVA, donde se destaca esta dosificación.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Dado los datos recopilados de los ensayos realizados para esta investigación, se recomienda incrementar la dosificación de fibra de hoja de piña en concretos de alta resistencia, respecto al peso del cemento; dado que para las dosificaciones trabajadas (0.5%, 1.0% y 1.5%) se mantiene una tendencia positiva que se traduce que a mayor dosificación de fibra se mejora las

propiedades mecánicas; asimismo, no se ha encontrado un porcentaje óptimo, punto de inflexión.

2. Para futuras investigaciones, se invita a verificar los resultados alcanzados mediante los ensayos de tracción directa y ensayos de flexión aplicando carga al centro de la viga. Con esas condiciones es posible que los datos de resistencia a la tracción y flexión se modifiquen. En el caso del ensayo de tracción directa se aplica una fuerza de tracción axial al espécimen cilíndrico y el ensayo de tracción indirecta aplica una fuerza en el diámetro del espécimen cilíndrico; por otro lado, la NRMCA, citado en esta investigación, precisa que cuando se ensayan vigas aplicando cargas a los tercios centrales se obtiene resultados menores de hasta 15% en comparación de cuando se aplica una carga central.
3. Además, para futuras investigaciones se recomienda buscar un método de moldeo de las probetas donde se pueda manipular la orientación de la fibra vegetal dentro del concreto, dado que, si la fibra se posiciona en paralelo a la carga aplicada durante el ensayo, este no contribuirá resistencia compresión, tracción o flexión. Considerar que este método debe ser factible para realizarse a gran escala cuando se requiera aplicar en estructuras reales.
4. Se recomienda verificar los resultados reduciendo la longitud de la fibra de hoja de piña entre 2 a 2.5 cm; con el fin de que tengan una relación de aspecto cercano al 100, límite indicado en la norma ACI318 para fibras en general que quieran ser usados como refuerzo en el concreto, considerando que este límite está más asociado a las fibras metálicas; sin embargo, se podrían sustentar con los ensayos de laboratorio realizados.
5. También se recomienda, usar fibra de hoja de piña extraída manualmente y no por el proceso químico aplicando hidróxido de sodio (NaOH); ya que, este químico podría haber afectado negativamente las propiedades mecánicas de la fibra de hoja de piña usada. Además, aplicar otro método químico de sellado y

protección de la fibra natural, dado que el concreto tiene un ph alcalino (12 - 13) y podría afectar negativamente sus propiedades mecánicas.

## REFERENCIAS:

- ABISHA, Y. y NALANTH, N., 2023. Pineapple fiber as an additive to self-compacting concrete. *Revista Materia*, vol. 28, no. 1, ISSN 15177076. DOI 10.1590/1517-7076-RMAT-2022-0315.
- ALTHOEY, F., HAKEEM, I.Y., HOSEN, M.A., QAIDI, S., ISLEEM, H.F., HADIDI, H., SHAHAPURKAR, K., AHMAD, J. y ALI, E., 2022. Behavior of Concrete Reinforced with Date Palm Fibers. *Materials*, vol. 15, no. 22, ISSN 19961944. DOI 10.3390/ma15227923.
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 2010. *Report on high strength concrete*. marzo 2010. Farmington Hills: American Concrete Institute. ISBN 978-0-87031-254-0.
- ANGLADE, J., BENAVENTE, E., RODRÍGUEZ, J. y HINOSTROZA, A., 2021. Use of textile waste as an addition in the elaboration of an ecological concrete block. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. S.l.: IOP Publishing Ltd, vol. 1054. DOI 10.1088/1757-899X/1054/1/012005.
- BAENA, G., 2017. *Metodología de la Investigación* [en línea]. 3° ed. México: Grupo Editorial Patria. [consulta: 6 octubre 2023]. ISBN 978-607-744-748-1. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf).
- BITTNER, C.M. y OETTEL, V., 2022. Fiber Reinforced Concrete with Natural Plant Fibers—Investigations on the Application of Bamboo Fibers in Ultra-High Performance Concrete. *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 19, ISSN 20711050. DOI 10.3390/su141912011.
- CARRASCO, S., 2019. *Metodología de la investigación Científica*. 19° ed. Lima: Editorial San Marcos. ISBN 978-9972-38-344-1.
- COSTA, R., FRANCHETTO, A., GOUVEIA, A., ZIEGLER, F., PESSOA, K. y GARCEZ, M., 2022. Service life prediction for concrete structures based on

- carbonation front depth models. *Revista Alconpat*, vol. 12, no. 1, ISSN 20076835. DOI 10.21041/ra.v12i1.558.
- DA COSTA, A.C. y ARCHBOLD, P., 2022. Suitability of Surface-Treated Flax and Hemp Fibers for Concrete Reinforcement. *Fibers*, vol. 10, no. 11, ISSN 2079-6439. DOI 10.3390/fib10110101.
- GIL, H., ZULETA, A.A. y REYES, D.E., 2021. Mechanical properties and sustainability aspects of coconut fiber modified concrete. *Scientia et Technica*, vol. 26, no. 1, ISSN 0122-1701. DOI 10.22517/23447214.22901.
- HERNANDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, L., 2014. *Metodología de la Investigación*. 6° ed. México: McGraw-Hill. ISBN 978-1-4562-2396-0.
- HODGSON, M., LIU, K. y RAMIREZ, F., 2018. Fibra de la hoja de piña, obtención y aplicación. [en línea], [consulta: 6 octubre 2023]. DOI 10.13140/RG.2.2.18654.69449. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/332738730\\_Fibra\\_de\\_la\\_hoja\\_de\\_piña\\_obtencion\\_y\\_aplicaciones\\_Pineapple\\_leaf\\_fiber\\_obtaining\\_and\\_applications#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/332738730_Fibra_de_la_hoja_de_piña_obtencion_y_aplicaciones_Pineapple_leaf_fiber_obtaining_and_applications#fullTextFileContent).
- HUALLPA, E. y ALCÁNTARA, A., 2019. Utilización de las Hojas de Piña para Elaborar Telares. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM.*, vol. 22, no. 43, ISSN 1561-0888.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD, 2017a. *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica*. 29 noviembre 2017. Lima: Institut Nacional de Calidad.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD, 2017b. *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo*. 29 noviembre 2017. Lima: Instituto Nacional de Calidad.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD, 2021a. *CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Métodos de ensayo*. 29 octubre 2021. Lima: Instituto Nacional de Calidad.

- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD, 2021b. *CONCRETO. Elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Práctica*. 29 octubre 2021. Lima: Instituto Nacional de Calidad.
- INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD, 2022. *CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Métodos de ensayo*. 15 marzo 2022. Lima: Instituto Nacional de Calidad.
- LABAN GUERRERO, E.A., CLEMENTE CONDORI, L.J. y CHOQUE FLORES, L., 2023. Resistencia del concreto con incorporación de fibras de caña de azúcar y ceniza de carbón de madera. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* [en línea], vol. 6, no. 6, [consulta: 10 octubre 2023]. ISSN 2707-2215. DOI 10.37811/cl\_rcm.v6i6.4188. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/4188>.
- MAMEN, B., MESSAS, T., ACHOURA, D. y BOUTRID, A., 2022. Experimental investigation on the mechanical behavior of concrete reinforced with Alfa fibers. *Frattura ed Integrita Strutturale*, vol. 16, no. 60, ISSN 19718993. DOI 10.3221/IGF-ESIS.60.08.
- MINISTERIO DE VIVIENDA, C. y S., 2020. *Concreto Armado* [en línea]. 2020. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. [consulta: 6 octubre 2023]. ISBN 9786124842740. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- MORALES, R., 2006. *Diseño en Concreto Armado*. 3° ed. Lima: Instituto de la Gerencia y Construcción.
- NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION, [sin fecha]. CIP16 - Resistencia a Flexión del concreto. *National Ready Mixed Concrete Association* [en línea]. Maryland: NRMCA. [consulta: 6 octubre 2023 a]. Disponible en: <https://www.nrmca.org/wp-content/uploads/2020/04/CIP16es.pdf>.
- NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION, [sin fecha]. CIP35 - Prueba de resistencia a la compresión de concreto. *National Ready Mixed Concrete Association* [en línea]. Maryland: NRMCA. [consulta: 6 octubre 2023

- b]. Disponible en: <https://www.nrmca.org/wp-content/uploads/2020/04/CIP35es.pdf>.
- PALELLA, S. y MARTINS, F., 2012. *Metodología de la investigación Cuantitativa*. 3° ed. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. ISBN 980-273-445-4.
- PARICAGUÁN, B. y MUÑOZ, J., 2019. Studies of the mechanical properties of concrete reinforced with sugar cane bagasse fibers. *Ingeniería UC* [en línea], vol. 26, no. 2, [consulta: 6 octubre 2023]. ISSN 1316-6832. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70760276009>.
- PASQUEL, E., 1998. *Tópicos de Tecnología del Concreto*. 2°ed. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- PINO, R., 2019. *Metodología de la investigación: Elaboración de diseños para contrastar hipótesis*. 2° ed. Lima: Editorial San Marcos. ISBN 978-612-315-519-3.
- QUEZADA, N., 2019. *Metodología de la Investigación - Estadística aplicada a la investigación científica*. 1° ed. Lima: Editorial Macro. ISBN 978-612-304-76-0.
- RIVVA, E., 2014. *Concretos de Alta Resistencia*. 3° ed. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- SAAD, M., AGWA, I.S., ABDELSALAM ABDELSALAM, B. y AMIN, M., 2022. Improving the brittle behavior of high strength concrete using banana and palm leaf sheath fibers. *Mechanics of Advanced Materials and Structures* [en línea], vol. 29, no. 4, ISSN 1537-6494. DOI 10.1080/15376494.2020.1780352. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15376494.2020.1780352>.
- SHCHERBAN', E.M., STEL'MAKH, S.A., BESKOPYLNY, A.N., MAILYAN, L.R., MESKHI, B., SHILOV, A.A., CHERNIL'NIK, A., ÖZKILIÇ, Y.O. y AKSOYLU, C., 2022. Normal-Weight Concrete with Improved Stress–Strain Characteristics Reinforced with Dispersed Coconut Fibers. *Applied Sciences* [en línea], vol. 12, no. 22, [consulta: 29 noviembre 2023]. ISSN 2076-3417. DOI 10.3390/app122211734. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/22/11734>.

TORRES, Y., 2022. *Adición fibra vegetal paja de ichu para mejorar las propiedades del concreto en edificaciones, Carabaya – Puno, 2022*. Lima: Universidad César Vallejo.

VIDAL, G. y HORMAZÁBAL, S., 2016. *Las fibras vegetales y sus aplicaciones*. 1° ed. Concepción: Universidad de Concepción. vol. 1° ed. ISBN 978-956-227-405-0.

## **ANEXOS**

### Anexo 01 – Matriz de operacionalización de variables.

| VARIABLES  | DEFINICION CONCEPTUAL   | DEFINICION OPERACIONAL   | DIMENSIONES                        | INDICADORES                         | ESCALA | INSTRUMENTOS                  |
|--|---|--|------------------------------------|-------------------------------------|--------|-------------------------------|
| Variable Independiente:<br>Fibra de hoja de piña.            | La composición química de la fibra de hoja de piña es 70-82% de holocelulosa, 5-12% de lignina y 1.1% de ceniza; pero, dada su procedencia vegetal los porcentajes indicados podrían variar por el tipo de especie, clima y suelo donde se cultiva (Hodgson et al., 2018, p. 3).  | La fibra de hoja de piña será usada como un aditivo al concreto de alta resistencia, las cuales deberán tener una longitud y diámetro definido para ser añadidos al concreto en dosificaciones de 0%, 0.5%, 1.0% y 1.5%, respecto al peso del cemento.         | Dosificación                       | - 0%<br>- 0.5%<br>- 1.0%<br>- 1.5%  | Razón  | Balanza electrónica           |
| Variable Dependiente:<br>Concreto<br>$f'c=600\text{kg/cm}^2$ | El concreto es el material compuesto principalmente por cemento, agua, agregados y ocasionalmente aditivos [químicos y naturales] que pueden mejorar las propiedades del concreto, entre ellas sus propiedades mecánicas. Este material inicialmente presenta una consistencia plástica y moldeable, y que pasado un tiempo fragua y adquiere una consistencia rígida (Pasquel, 1998, p. 11). | Las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia como resistencia a la compresión, flexión y tracción serán evaluadas con la adición de fibra de hoja de piña a los 7, 14 y 28 días, bajo los lineamientos de normas nacionales y/o internacionales. | Propiedades mecánicas del concreto | Resistencia a la Compresión         | Razón  | Prensa uniaxial               |
|  |   |  |                                    | Resistencia a la tracción indirecta | Razón  | Prensa uniaxial               |
|  |   |  |                                    | Resistencia a la flexión            | Razón  | Prensa para ensayos a flexión |

## Anexo 02 – Matriz de consistencia

| PROBLEMA   | OBJETIVOS  | HIPOTESIS   | VARIABLES                        | DIMENSIONES           | INDICADORES                            | ESCALA | METODOLOGÍA   |
|--|--|---|----------------------------------|-----------------------|--|--------|---|
| <b>Problema General:</b>   | <b>Objetivo General:</b>   | <b>Hipótesis General:</b>   | Fibra de hoja de piña            | Dosificación          | - 0%<br>- 0.5%<br>- 1.0%<br>- 1.5%     | Razón  | Tipo de investigación:<br>Aplicada.<br><br>Enfoque investigación:<br>Cuantitativa.<br><br>Diseño de la Investigación: Cuasi Experimental.<br><br>Nivel de Investigación:<br>Correlacional |
| ¿De qué manera influye la adición dosificada de fibra de hoja de piña en el concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ?   | Evaluar la influencia de la adición dosificada de fibra de hoja de piña en el concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ .                                       | La adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en el concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ .                                 |                                  |                       |  |        |   |
| <b>Problema Específicos:</b>   | <b>Objetivos Específicos:</b>  | <b>Hipótesis Específicas:</b>   | Concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ | Propiedades mecánicas | Resistencia a la Compresión            | Razón  | Población:<br>La cantera Carapongo de Ate, Lima.<br><br>Muestra:<br>Agregado grueso y fino de la cantera Carapongo  |
| ¿De qué manera la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ?         | Determinar que la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ .         | La adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ . |                                  |                       |  |        |   |
| ¿De qué manera la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ? | Determinar que la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ . | La adición de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la tracción indirecta del concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ .    |                                  |                       |  |        |   |
| ¿De qué manera la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ ?            | Determinar que la adición dosificada de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ .            | La adición de fibra de hoja de piña influye en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=600\text{kg/cm}^2$ .               |                                  |                       | Resistencia a la flexión<br>- 28 días. | Razón  |   |

## Anexo 03 – Diseño de mezcla



San Juan de Miraflores, 27 de Octubre del 2023

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN INFORME CITEMAC ES- 122 – 2023

De: Msc. Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales – CIP.172752  
Gerente General  
Laboratorio CITEMAC

Para: Sr. Gerson Llactas Hilario  
Tesisista

Asunto: Elaboración de Diseño de mezcla y aplicación de ensayos para la Tesis "Influencia de la fibra de hoja de piña en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c$  600 kg/cm<sup>2</sup> de la cantera Carapongo Ate 2023"

#### A. ANTECEDENTES

Nuestro cliente sr. Gerson Llactas Hilario, nos ha solicitado realicemos la generación y evaluación técnica del producto concreto de resistencia 600 Kg/cm<sup>2</sup> a 28 días, para el proyecto, con cemento de la marca Andino, que es un cemento tipo HS de la empresa Cemento Andino S.A., agregado grueso tipo Huso 67 y arena fina. Por lo expuesto en el presente informe sirve para hacer de conocimiento el detalle de la elaboración de diseño de Mezcla para obtener concretos que cumplan los requerimientos técnicos solicitados.

Garantizamos la calidad del producto porque nuestro proceso cumple las especificaciones técnicas desde la evaluación de materia prima, elaboración de diseño de producto, y evaluación de la performance del producto en estado fresco y endurecido.

Por tal motivo adjuntamos el listado del cumplimiento de las especificaciones técnicas.

#### 1. Etapa 1: Caracterización de los Agregados. – Ensayos a Realizar:

- a. Determinación Peso Específico – NTP.400.021-2002
- b. Determinación de Absorción – NTP.400.021-2002
- c. Determinación de Peso Unitario Suelto - NTP 400.017 – 1999
- d. Determinación de Peso Unitario Compactado - NTP 400.017 – 1999
- e. Determinación de Malla 200 - NTP 400.018 – 2002
- f. Determinación de Modulo de Fineza - NTP 400.012 – 2013
- g. Determinación de Contenido de Humedad NTP 339.185

#### 2.Etapa 2: Desarrollo de diseños.

- a. Metodología Utilizada: ACI 211.4 – Guide for Selecting Proportions for High-Strength Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials.



OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores  
Lima - Perú



CONTACTO  
+51 919 588 042  
+51 992 133 976  
+51 954 180 934



CORREO  
administracion@citemac.com  
ralarcon@citemac.com  
esaldana@citemac.com

**3. Etapa 3: Evaluación de los estados frescos. – Ensayos a realizar:**

- a. Muestreo de Concreto – NTP 339.036 – ASTM C 172
- b. Determinación de la Temperatura de concreto – NTP 339.184 – ASTM C1064
- c. Determinación de Asentamiento del concreto – NTP 339.035 – ASTM C 143
- d. Determinación del Contenido de Aire – NTP 339.083 – ASTM C 231
- e. Elaboración y curado de probetas cilíndricas – NTP 339.033 – ASTM C 31

**4. Etapa 4: Evaluación de los estados endurecidos. – Ensayos a realizar:**

- a. Ensayo de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas – NTP 339.034 – ASTM C39
- b. Ensayo de Flexión en vigas de concreto – NTP 339.078 – ASTM D790.
- c. Ensayo de Resistencia a la tracción del concreto – NTP 339.084 – ASTM C496.

**B. DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO:**

De acuerdo con la especificación; se puede resumir las características de los diseños de la siguiente manera:

**Tabla 1: Descripción del diseño**

|   |          |
|---|----------|
| Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) | 600      |
| Tiempo de evacuación de Resistencia (días)        | 28 días  |
| Relación agua/cemento                             | 0.34     |
| Tipo de Cemento                                   | Tipo HS  |
| Tipo de Piedra                                    | Huso 67  |
| Asentamiento (Slump)                              | 7 a 9 in |
| % de Incidencia de Piedra                         | 53%      |
| % de incidencia de Arena                          | 47%      |



**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores  
Lima - Perú



**CONTACTO**  
+51 919 588 042  
+51 992 733 975  
+51 954 780 934



**CORREO**  
administracion@citemac.com  
ralarcon@citemac.com  
esaldana@citemac.com



**C. CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS.**

Mediante el desarrollo de ensayos normalizados se puede obtener los siguientes resultados:

**Agregado Fino:**

| CARACTERISTICAS FISICAS                              |      |
|--|------|
| P. Especifico de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.54 |
| P. Especifico de Masa Seco SSS (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.6  |
| P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )          | 1786 |
| P. Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )              | 1450 |
| Absorción (%)  | 2.67 |
| Tamaño Máximo  | -    |
| % Humedad  | 1.76 |
| Módulo de Fineza                                     | 2.73 |
| % < Malla N° 200 (0.75 μM)                           | 7.64 |

**Agregado Grueso:**

| CARACTERISTICAS FISICAS                              |      |
|--|------|
| P. Especifico de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2.67 |
| P. Especifico de Masa Seco SSS (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2.7  |
| P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )          | 1560 |
| P. Unitario Suelto (Kg/m <sup>3</sup> )              | 1595 |
| Absorción (%)  | 0.98 |
| Humedad (%)  | 1.71 |
| Tamaño Máximo  | 3/4" |
| Tamaño Máximo Nominal                                | 1/2" |
| Módulo de Fineza                                     | 6.42 |
| % < Malla N° 200 (0.75 μM)                           | 0.47 |



#### D. DETALLE DEL DISEÑO DE MEZCLA

Tabla 1: Diseño por 1.00 m<sup>3</sup>, pesos en Kg.

| Materiales Componentes           | Diseño 1<br>(0.5% de<br>fibra de<br>piña) | Diseño 2<br>(1% de fibra<br>de piña) | Diseño 3<br>(1.5% de<br>fibra de<br>piña) |
|----------------------------------|---|--------------------------------------|---|
|                                  | Peso (Kg)                                 | Peso (Kg)                            | Peso (Kg)                                 |
| Cemento Andino- Tipo HS (MH), Kg | 550                                       | 550                                  | 550                                       |
| Agua, Litros                     | 189                                       | 189                                  | 189                                       |
| Agregado Grueso: Piedra H67, Kg  | 917.3                                     | 917.3                                | 917.3                                     |
| Agregado Fino: Arena, Kg         | 811.3                                     | 811.3                                | 811.3                                     |
| Aditivo (Dynamon Sp 45)          | 3.9                                       | 3.9                                  | 3.9                                       |
| Fibra de piña                    | 2.8                                       | 5.5                                  | 8.3                                       |
| <b>Peso Unitario Total, Kg</b>   | <b>2474.27</b>                            | <b>2477.02</b>                       | <b>2479.77</b>                            |

Tabla 2: Diseño por tanda, volumen en base a una bolsa de cemento de 42.5 kg.

| Cemento | Piedra Huso 67 | Arena | Agua | Aditivo |
|---------|----------------|-------|------|---------|
| 1       | 1.86           | 1.73  | 1.02 | 0.02    |

Tabla 3: Diseño por tanda, proporción en peso en base a una bolsa de cemento de 42.5 kg.

| Cemento | Piedra Huso 67 | Arena | Agua  | Aditivo |
|---------|----------------|-------|-------|---------|
| 1       | 1.668          | 1.475 | 0.344 | 0.007   |

#### E. TESTIGOS

Cumpliendo con las normativas es necesario ensayar 72 probetas cilíndricas de 4"x8" y 36 vigas de concreto 4" x 4" x 14"

| PROPIEDADES<br>MECÁNICAS DEL<br>CONCRETO    | DÍAS | PORCENTAJES DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA |      |      |      | PARCIAL |
|---|------|--------------------------------------|------|------|------|---------|
|   |      | PATRÓN (0%)                          | 0.5% | 1.0% | 1.5% |         |
| RESISTENCIA A LA<br>COMPRESIÓN              | 7    | 3                                    | 3    | 3    | 3    | 36      |
|   | 14   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |         |
|   | 28   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |         |
| RESISTENCIA A LA<br>TRACCIÓN                | 7    | 3                                    | 3    | 3    | 3    | 36      |
|   | 14   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |         |
|   | 28   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |         |
| TOTAL DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE 4" x 8"    |      |                                      |      |      |      | 72      |
| RESISTENCIA A LA<br>FLEXIÓN                 | 7    | 3                                    | 3    | 3    | 3    | 36      |
|   | 14   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |         |
|   | 28   | 3                                    | 3    | 3    | 3    |         |
| TOTAL DE VIGAS DE CONCRETO DE 4" x 4" X 14" |      |                                      |      |      |      | 36      |

**F. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS:**

Se ha realizado ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo con las siguientes normas: NTP 339.034 – ASTM C39.

| ENSAYO     | DOSIS       | DIAS | RESULTADO PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> ) | RESULTADO PROMEDIO (MPa) | PROMEDIO f <sub>c</sub> (%) |
|------------|-------------|------|---|--------------------------|-----------------------------|
| COMPRESIÓN | Patrón (0%) | 7    | 606,8                                     | 59,5                     | 101,13%                     |
|            | 0,50%       | 7    | 625,2                                     | 61,3                     | 104,20%                     |
|            | 1%          | 7    | 641                                       | 62,9                     | 106,83%                     |
|            | 1,50%       | 7    | 648,8                                     | 63,6                     | 108,13%                     |

| ENSAYO     | DOSIS       | DIAS | RESULTADO PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> ) | RESULTADO PROMEDIO (MPa) | PROMEDIO f <sub>c</sub> (%) |
|------------|-------------|------|---|--------------------------|-----------------------------|
| COMPRESIÓN | Patrón (0%) | 14   | 663,6                                     | 65,1                     | 110,60%                     |
|            | 0,50%       | 14   | 677,6                                     | 66,4                     | 112,93%                     |
|            | 1%          | 14   | 693,3                                     | 68,0                     | 115,55%                     |
|            | 1,50%       | 14   | 696,4                                     | 68,3                     | 116,07%                     |

Los resultados a 7 días son satisfactorios, debido a que todos los diseños cumplen con un valor superior al requerimiento mínimo a dicha edad, la cual es de 65%.

Los resultados a 14 días son satisfactorios, debido a que todos los diseños cumplen con un valor superior al requerimiento mínimo a dicha edad, la cual es de 92%.

A continuación, se muestra los incrementos de resistencia a compresión con respecto a los valores obtenidos de la muestra patrón.



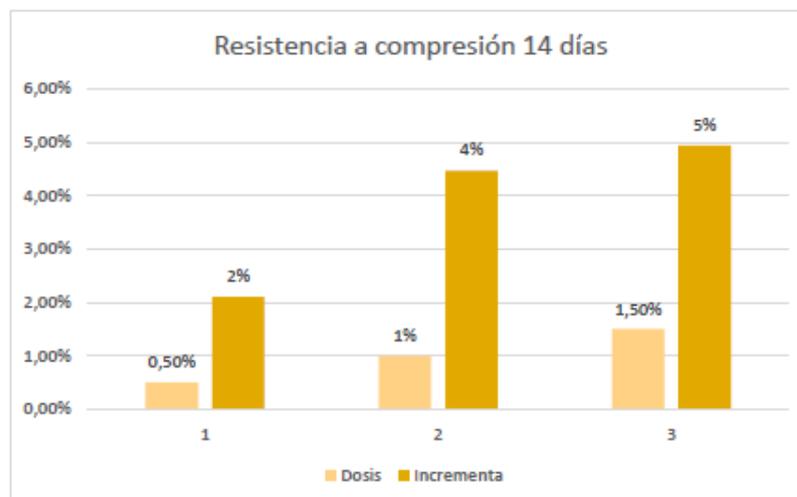
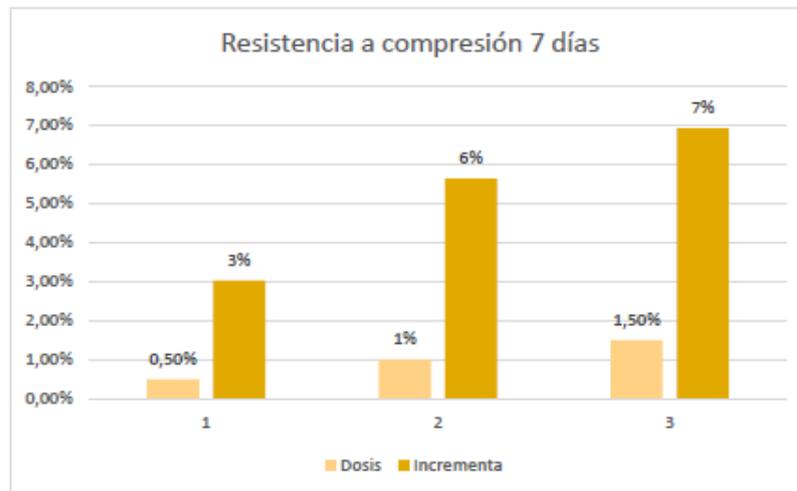
**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores  
Lima - Perú



**CONTACTO**  
+51 919 588 042  
+51 992 733 975  
+51 954 780 936



**CORREO**  
administracion@citemac.com  
relacion@citemac.com  
acaldana@citemac.com



**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores  
Lima - Perú



**CONTACTO**  
+51 919 598 042  
+51 992 733 975  
+51 954 780 936



**CORREO**  
administracion@citemac.com  
relarcon@citemac.com  
esaldana@citemac.com

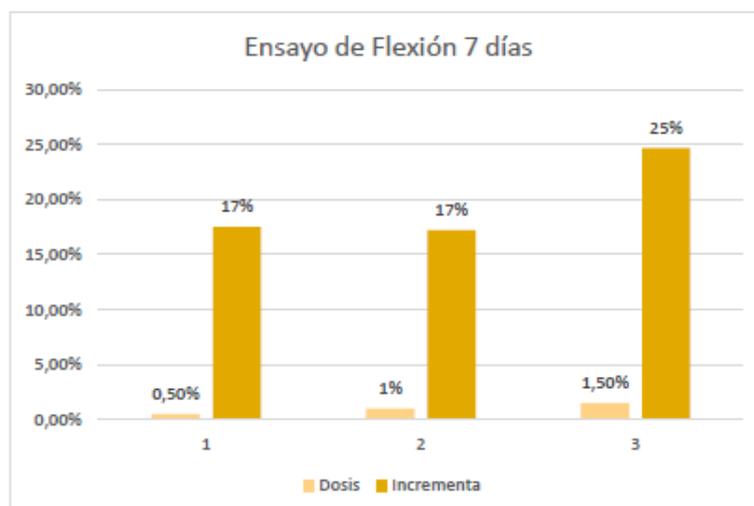
**G. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS:**

Se ha realizado ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo con las siguientes normas: NTP 339.078 – ASTM D790.

| ENSAYO  | DOSIS       | DIAS | RESULTADO PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> ) | RESULTADO PROMEDIO (MPa) |
|---------|-------------|------|---|--------------------------|
| FLEXIÓN | Patrón (0%) | 7    | 98,88                                     | 9,7                      |
|         | 0,50%       | 7    | 116,18                                    | 11,4                     |
|         | 1%          | 7    | 115,88                                    | 11,4                     |
|         | 1,50%       | 7    | 123,27                                    | 12,1                     |

| ENSAYO  | DOSIS       | DIAS | RESULTADO PROMEDIO (kgf/cm <sup>2</sup> ) | RESULTADO PROMEDIO (MPa) |
|---------|-------------|------|---|--------------------------|
| FLEXIÓN | Patrón (0%) | 14   | 108,19                                    | 10,6                     |
|         | 0,50%       | 14   | 133,98                                    | 13,1                     |
|         | 1%          | 14   | 128,44                                    | 12,6                     |
|         | 1,50%       | 14   | 131,47                                    | 12,9                     |

A continuación, se muestra los incrementos del ensayo a flexión con respecto a los valores obtenidos de la muestra patrón.



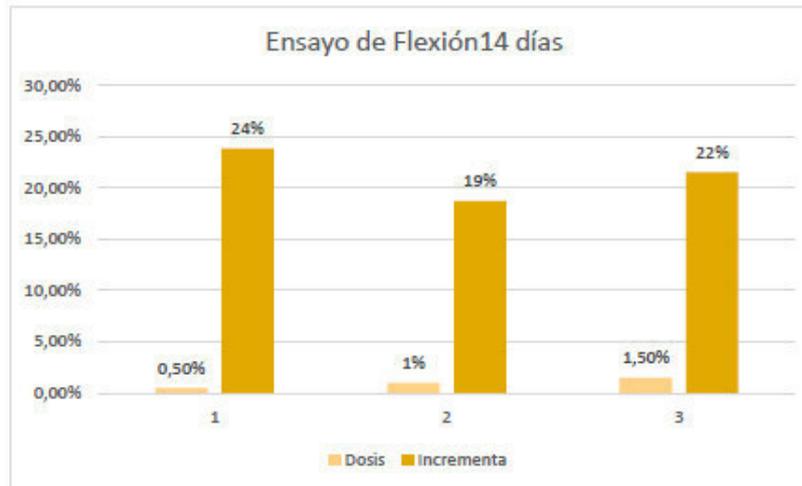
**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores  
Lima – Perú



**CONTACTO**  
+51 919 588 042  
+51 992 733 995  
+51 954 780 936



**CORREO**  
administracion@citemac.com  
relacion@citemac.com  
esaldana@citemac.com



#### H. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE TESTIGOS:

Se ha realizado ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo con las siguientes normas: NTP 339.084 – ASTM C496.

| ENSAYO   | DOSIS       | DIAS | RESULTADO PROMEDIO (MPa) | COMPARACIÓN CON RESPECTO A f'c (%) |
|----------|-------------|------|--------------------------|------------------------------------|
| TRACCIÓN | Patrón (0%) | 7    | 4,01                     | 6,82%                              |
|          | 0,50%       | 7    | 4,12                     | 7,01%                              |
|          | 1%          | 7    | 4,17                     | 7,09%                              |
|          | 1,50%       | 7    | 4,33                     | 7,36%                              |

| ENSAYO   | DOSIS       | DIAS | RESULTADO PROMEDIO (MPa) | COMPARACIÓN CON RESPECTO A f'c (%) |
|----------|-------------|------|--------------------------|------------------------------------|
| TRACCIÓN | Patrón (0%) | 14   | 4,23                     | 7,19%                              |
|          | 0,50%       | 14   | 4,25                     | 7,23%                              |
|          | 1%          | 14   | 4,32                     | 7,35%                              |
|          | 1,50%       | 14   | 4,71                     | 8,01%                              |

A continuación, se muestra los incrementos del ensayo a tracción con respecto a los valores obtenidos de la muestra patrón.



OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores  
Lima – Perú



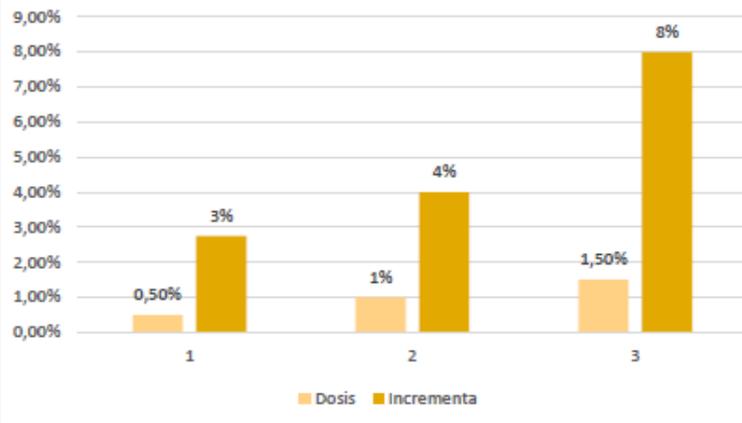
CONTACTO  
+51 919 598 042  
+51 992 733 975  
+51 954 780 936



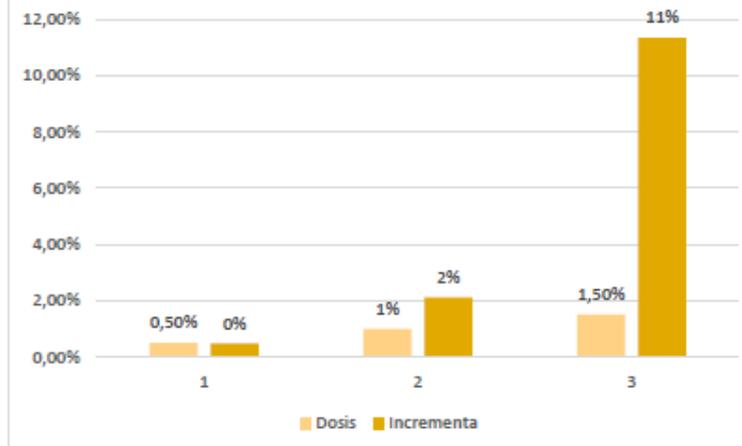
CORREO  
administracion@citemac.com  
relarcon@citemac.com  
ecaldana@citemac.com



Ensayo de Tracción 7 días



Ensayo de Tracción 14 días



**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores  
Lima - Perú



**CONTACTO**  
+51 919 588 042  
+51 992 733 975  
+51 954 780 936



**CORREO**  
administracion@citemac.com  
relacion@citemac.com  
esaldana@citemac.com



**I. CONCLUSIONES:**

El producto de 600 Kg/cm<sup>2</sup> con Cemento HS, piedra Huso 67, asentamiento de 3 a 5 pulgadas elaborado por Laboratorio CITEMAC, ha demostrado tener una buena performance en estado fresco y endurecido. Se evidencia que la adición de fibra de hoja de piña incrementa las propiedades mecánicas: incrementa hasta 5% en la resistencia a compresión (14d), incrementa hasta 24% en el ensayo a flexión (14d) e incrementa hasta 11% en la resistencia a tracción (14d), todos estos valores comparados con el diseño patrón.

Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**B. ANEXOS:**

- Anexo 1: Hoja Técnica de cemento Tipo HS
- Anexo 2: Hoja Técnica de aditivo Dynamon sp45
- Anexo 3: Caracterización de agregados.
- Anexo 4: Certificados de resistencia a la compresión.
- Anexo 5: Certificados de ensayos a flexión.
- Anexo 6: Certificados de resistencia a la tracción.
- Anexo 7: Certificado INACAL 2023
- Anexo 8: Certificado de calibración Transductor de fuerza (2MN)
- Anexo 9: Certificado de calibración Transductor de fuerza (500kN)
- Anexo 10: Fotos de equipos calibrados INACAL



**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores  
Lima - Perú



**CONTACTO**  
+51 919 598 042  
+51 992 733 975  
+51 954 780 936



**CORREO**  
administracion@citemac.com  
relacion@citemac.com  
esaldana@citemac.com



## FICHA TÉCNICA CEMENTO ANDINO ULTRA

### DESCRIPCIÓN:

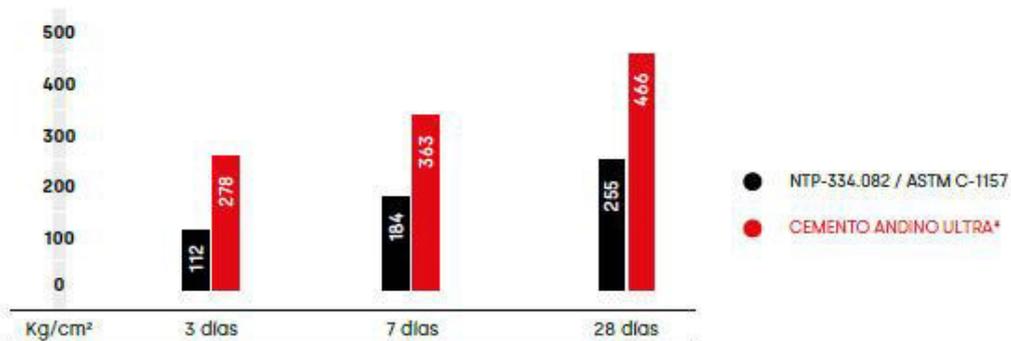
Tipo HS (MH) (R). Cemento hidráulico de alta resistencia a los sulfatos.

### BENEFICIOS:

- > Alta resistencia al salitre y humedad.
- > Alta resistencia a mediano y largo plazo.
- > Buena resistencia a agregados álcali reactivos.
- > Alta resistencia a la acción de agentes externos (sales y cloruros).
- > Moderado calor de hidratación.
- > Ideal para todo tipo de construcciones.
- > Brinda mayor protección al acero.
- > Excelente trabajabilidad y acabado.

### REQUISITOS MECÁNICOS:

COMPARACIÓN RESISTENCIAS NTP-334.082 / ASTM C-1157 VS. CEMENTO ANDINO ULTRA



\* Valores referenciales

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- > Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP - 334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.

### APLICACIONES:

- > Para todo tipo de estructuras y obras, en especial aquellas que requieran propiedades resistentes al salitre, la humedad, agua de mar y agregados álcali reactivos.
- > Apropiado para construcciones en minas, reservorios de agua, piscinas, casas de playas, túneles, obras portuarias, entre otros.

### FORMATO DE DISTRIBUCIÓN:

- > Bolsas de 42.5 kg: 03 pliegos (02 de papel + 01 film plástico).
- > Granel: A despacharse en camiones bombonas y *big bags*.

## PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

| PARÁMETRO                                    | UNIDAD             | CEMENTO ANDINO ULTRA | REQUISITOS NTP-334.082/ ASTM C-1157 |
|--|--------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Contenido de aire                            | %                  | 3                    | Máximo 12                           |
| Expansión autoclave                          | %                  | 0.02                 | Máximo 0.80                         |
| Superficie específica                        | m <sup>2</sup> /kg | 500                  | No específica                       |
| Densidad                                     | g/cm <sup>3</sup>  | 2.98                 | No específica                       |
| <b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>           |                    |                      |                                     |
| Resistencia a la compresión a 3 días         | kg/cm <sup>2</sup> | 278                  | Mínimo 112                          |
| Resistencia a la compresión a 7 días         | kg/cm <sup>2</sup> | 363                  | Mínimo 184                          |
| Resistencia a la compresión a 28 días        | kg/cm <sup>2</sup> | 466                  | Mínimo 255                          |
| <b>TIEMPO DE FRAGUADO</b>                    |                    |                      |                                     |
| Fraguado Vicat inicial                       | min                | 146                  | 45 a 420                            |
| <b>BARRAS CURADAS EN AGUA</b>                |                    |                      |                                     |
| Expansión a 14 días                          | %                  | 0.009                | Máximo 0.020                        |
| <b>POTENCIAL ÁLCALI-REACTIVO</b>             |                    |                      |                                     |
| Expansión a 14 días                          | %                  | 0.013                | Máximo 0.020                        |
| Expansión a 56 días                          | %                  | 0.032                | Máximo 0.060                        |
| <b>CALOR DE HIDRATACIÓN</b>                  |                    |                      |                                     |
| Calor de hidratación a 7 días                | kJ/kg              | 256                  | Máximo 335                          |
| <b>RESISTENCIA A LOS SULFATOS</b>            |                    |                      |                                     |
| Resistencia al ataque de sulfatos a 180 días | %                  | < 0.05               | 0.05 % máx. a 180 días              |
| Resistencia al ataque de sulfatos a 360 días | %                  | < 0.07               | 0.10 % máx. a 360 días              |

## RECOMENDACIONES GENERALES

### RECOMENDACIONES DE USO:

- > Utilizar agua, arena y piedra libre de impurezas.
- > Respetar la relación agua-cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- > Para desarrollar la resistencia a la compresión del concreto y evitar grietas, se necesita curar por lo menos durante 7 días.

### MANIPULACIÓN:

- > Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- > Usar la vestimenta y epp adecuados: casco, protectores para los ojos, guantes y botas.
- > El contacto con la humedad o con el polvo de cemento sin protección puede causar irritación o daño en la piel.

### ALMACENAMIENTO:

- > Las bolsas con cemento deben ser almacenadas en recintos secos, protegidos de la Intemperie, lluvia y humedad.
- > Las bolsas deben ser colocadas sobre parihuelas de madera seca, en áreas niveladas y estables. Posteriormente cubrir las con mantas de plástico.
- > Apilar como máximo 10 bolsas de cemento y evitar tiempos prolongados de almacenamiento.



# Dynamon SP45/AC

**Superplastificante de base acrílica modificada para hormigones prefabricados, caracterizados por una baja relación agua/cemento y resistencias mecánicas iniciales y finales muy altas**

## DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

**Dynamon SP 45/AC** es un aditivo de base acrílica modificada, específico para el hormigón prefabricado, perteneciente al nuevo sistema MAPEI Dynamon SP.

## CAMPOS DE APLICACIÓN

Gracias a su elevada trabajabilidad (clase de consistencia blanda o fluida según norma ASTM), los hormigones producidos con **Dynamon SP 45/AC** resultan de fácil colocación en obra en estado fresco y poseen elevadas prestaciones mecánicas una vez endurecidos.

**Dynamon SP 45/AC** está indicado particularmente para el sector de prefabricado, y donde sea necesaria una fuerte reducción de agua acompañada también por una fuerte aceleración de las resistencias mecánicas en tiempos de curado breves, en cualquier clase de consistencia y con una temperatura de curado superior a los 15 grados o curado acelerado.

Sus prestaciones lo hacen particularmente idóneo también para la realización de hormigones autocompactantes, ya que **Dynamon SP 45/AC** es capaz de garantizar una elevada fluidez y al mismo tiempo produce un rápido desarrollo de las resistencias mecánicas del hormigón a edades cortas.

Para los hormigones autocompactantes el uso de **Dynamon SP 45/AC**, es particularmente recomendado para evitar los riesgos de

segregación y garantizar la homogeneidad de las mezclas con consistencias (escurrimientos o slump-flow) muy elevadas.

Los mayores campos de aplicación de **Dynamon SP 45/AC** son la producción de hormigones:

- para la producción de vigas de hormigón armado pretensado, caracterizados por valores elevados de trabajabilidad, por una resistencia mecánica a compresión  $R_{ck}$  mínima, al corte de los cables, de 35 N/mm<sup>2</sup> y excelente cara vista;
- para la producción de paneles de cerramiento, caracterizados por un elevado grado de trabajabilidad y de acabado superficial en combinación con una excelente cara vista en obra;
- autocompactante para la prefabricación. **Dynamon SP 45/AC**, permite la obtención de hormigones autocompactantes que pueden ser colocados en obra sin ninguna vibración, con una elevada velocidad de vertido, gracias a las propiedades de fluidez y de resistencia a la segregación.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

**Dynamon SP 45/AC** es una solución acuosa de polímeros acrílicos de nueva generación (sin formaldehidos) capaces de dispersar eficazmente los gránulos de cemento.

## MODO DE APLICACIÓN

**Dynamon SP 45/AC** desarrolla la máxima acción



**DATOS TÉCNICOS (valores característicos)**

**DATOS IDENTIFICATIVOS DEL PRODUCTO**

|   |   |
|---|---|
| Consistencia:   | liquido   |
| Color:  | ámbar   |
| Densidad ISO 758 (g/cm <sup>3</sup> ):                                    | 1,15 ± 0,03 a 20°C  |
| Acción principal:   | aumento de la trabajabilidad y/o reducción del agua del amasado y rápido desarrollo de las resistencias mecánicas |
| Clasificación según EN 934-2:   | reductor de agua de alta eficacia, superplastificante, acelerante de endurecimiento, prospectos 3.1, 3.2 y 7      |
| Cloruros solubles en agua según EN 480-10 (%):                            | < 0,1 (ausentes según EN 934-2)   |
| Contenido de álcalis (Na <sub>2</sub> O equivalente) según EN 480-12 (%): | < 3,0   |
| pH según ISO 4316:  | 5 ± 1   |

dispersante cuando es añadido después de los otros componentes de la mezcla (cemento, áridos, minerales o filler y al menos un 80% del agua de la mezcla).

**COMPATIBILIDAD CON OTROS PRODUCTOS**

El aditivo **Dynamon SP 45/AC** es compatible con otros productos para la producción de hormigones especiales y en particular con:

- todos los aditivos aceleradores de endurecimiento sin cloruros de la gama **Mapefast** para la consecución de altas resistencias mecánicas a las edades tempranas y con climas fríos;
- el aditivo en polvo **Mapeplast SF**, a base de microsíllice, para la producción de hormigones de la máxima calidad por resistencia mecánica, impermeabilidad y durabilidad;
- el agente expansivo **Expancrete**, para la producción de hormigones de retracción compensada;
- cenizas ceniza volante para la producción de hormigones tradicionales y

autocompactantes;

- filler calizos y de otra naturaleza para la realización de hormigones autocompactantes y de cualquier tipo que necesiten esta adición;
- desencofrante de las gamas **Mapeform** para el desmoldeado del hormigón de los encofrados;
- curadores de la gama **Mapecure** para la protección de la rápida evaporación del agua de la mezcla de estructuras de hormigones no encofrado (pavimentos).

**CONSUMO**

**Dosificación en peso:**

- de 0,3% a 1,5% por peso de material cementicio.

Diferentes dosis de las sugeridas deben ser probadas previamente a través de ensayos, además de consultar al departamento de asistencia técnica de MAPEI.

**PRESENTACIÓN**

**Dynamon SP 45/AC** se suministra a granel, en tambores de 226 kg, y contenedores de 1000 kg.

### **ALMACENAMIENTO**

**Dynamon SP 45/AC** se conserva durante 12 meses en recipientes cerrados y protegidos de las heladas.

### **INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD PARA LA PREPARACIÓN Y LA PUESTA EN OBRA**

**Dynamon SP 45/AC** no está clasificado como peligroso según las directivas vigentes sobre la clasificación de mezclas. Se recomienda utilizar guantes y gafas de protección y tomar las precauciones habituales para la manipulación de productos químicos. Para una mayor y más completa información en referencia al uso seguro de nuestros productos se recomienda consultar la última versión de la Ficha de Seguridad.

PRODUCTO PARA USO PROFESIONAL.

### **ADVERTENCIAS**

*Las informaciones y prescripciones anteriores, aunque corresponden a nuestra mejor experiencia, deben considerarse, en cualquier caso, como meramente indicativas y sujetas a confirmación mediante aplicaciones prácticas. Por tanto, quien tenga intención de usar este producto, debe*

*de asegurarse de antemano que es adecuado para la utilización prevista. En cualquier caso el usuario será totalmente responsable de cualquier consecuencia derivada de su uso.*

La versión actualizada de la ficha técnica está disponible en la web [www.mapei.com.ar](http://www.mapei.com.ar).

### **INFORMACIÓN LEGAL**

***El contenido de esta Ficha de Datos Técnicos puede ser copiado en otro documento relacionado con el proyecto, pero el documento resultante no complementará o reemplazará los requisitos de esta Ficha Técnica vigente en el momento de la instalación del producto MAPEI. La Ficha de Datos Técnicos más actualizada puede descargarse de nuestro sitio web [www.mapei.com.ar](http://www.mapei.com.ar)***  
**CUALQUIER MODIFICACIÓN AL TEXTO, REQUISITOS CONTENIDOS O DERIVADOS DE ESTA FICHA DE DATOS TÉCNICOS EXCLUYE LA RESPONSABILIDAD DE MAPEI.**

**Las referencias relativas a este producto están disponibles bajo solicitud y en la web de Mapei [www.mapei.com.ar](http://www.mapei.com.ar) y [www.mapei.com](http://www.mapei.com)**

**Dynamon  
SP45/AC**



EL COMPAÑERO MUNDIAL DE LOS CONSTRUCTORES

La reproducción de textos, fotografías e ilustraciones de esta publicación está totalmente prohibida y será perseguida por la ley.

3381-02-2018 (AR)





**REPORTE DE GRANULOMETRIA Y CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO GRUESO**

CC-GR-101

Fecha: 02/10/2023

Pagina: 1 de 1

CANTERA: CARAPONGO

Fecha de Muestreo: 02/10/2023

MUESTRA: Agregado Grueso

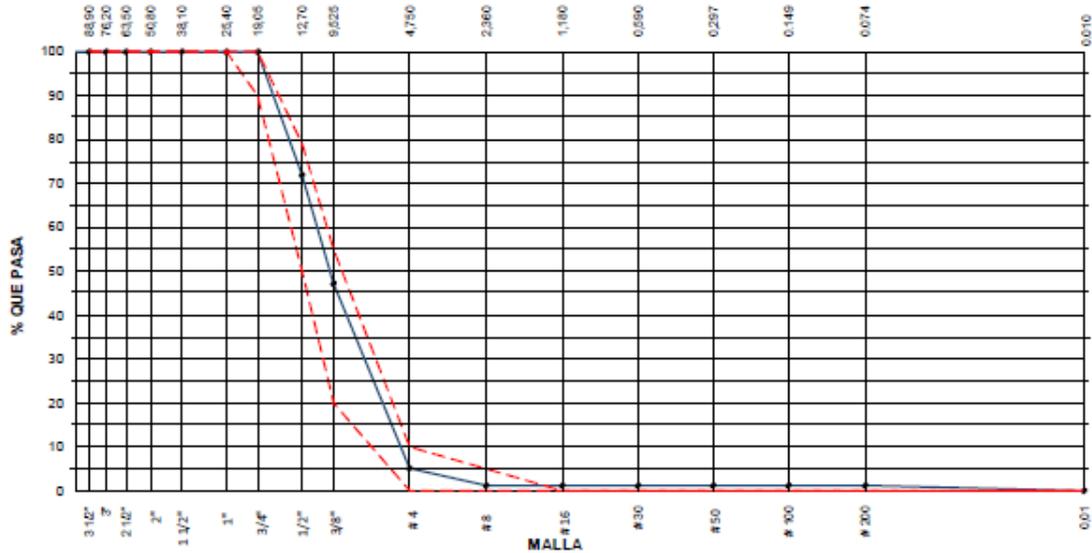
Fecha de Ensayo: 02/10/2023

Téonloo

| AGREGADO GRUESO HUSO # 67 |           |                |               |                     |              |                                 |
|---------------------------|-----------|----------------|---------------|---------------------|--------------|---------------------------------|
| Malla                     |           | Peso Ret. (gr) | Peso Ret. (%) | Peso Ret. Acum. (%) | % Pasa Acum. | ASTM "LIM SUP" / ASTM "LIM INF" |
| 4"                        | 101,60 mm | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00 / 100,00                 |
| 3 1/2"                    | 88,90 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00 / 100,00                 |
| 3"                        | 76,20 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00 / 100,00                 |
| 2 1/2"                    | 63,50 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00 / 100,00                 |
| 2"                        | 50,80 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00 / 100,00                 |
| 1 1/2"                    | 38,10 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00 / 100,00                 |
| 1"                        | 25,40 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00 / 100,00                 |
| 3/4"                      | 19,05 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 90,00 / 100,00                  |
| 1/2"                      | 12,70 mm  | 1804,00        | 28,13         | 28,13               | 71,87        | 50,00 / 79,00                   |
| 3/8"                      | 9,53 mm   | 1586,00        | 24,73         | 52,85               | 47,15        | 20,00 / 55,00                   |
| # 4                       | 4,75 mm   | 2698,00        | 42,06         | 94,92               | 5,08         | 0,00 / 10,00                    |
| # 8                       | 2,36 mm   | 248,00         | 3,87          | 98,78               | 1,22         | 0,00 / 5,00                     |
| # 16                      | 1,18 mm   | 0,00           | 0,00          | 98,78               | 1,22         | 0,00 / 0,00                     |
| # 30                      | 0,59 mm   | 0,00           | 0,00          | 98,78               | 1,22         | 0,00 / 0,00                     |
| # 50                      | 0,30 mm   | 0,00           | 0,00          | 98,78               | 1,22         | 0,00 / 0,00                     |
| # 100                     | 0,15 mm   | 0,00           | 0,00          | 98,78               | 1,22         | 0,00 / 0,00                     |
| # 200                     | 0,07 mm   | 0,00           | 0,00          | 98,78               | 1,22         | 0,00 / 0,00                     |
| Fondo                     | 0,01 mm   | 78,00          | 1,22          | 100,00              | 0,00         | 0,00 / 0,00                     |

| CARACTERISTICAS FISICAS                            |        |
|--|--------|
| P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2,67   |
| P. Especif. de Masa SSD (gr/cm <sup>3</sup> )      | 2,70   |
| P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2,74   |
| P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )        | 1560,0 |
| P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )            | 1595,0 |
| Absorción (%)                                      | 0,98   |
| Tamaño Máximo                                      | 3/4"   |
| Tamaño Máximo Nominal                              | 1/2"   |
| Módulo de Fineza                                   | 6,42   |
| % < Malla Nº 200 (0.75 µm)                         | 0,47   |

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**





**REPORTE DE GRANULOMETRIA Y CARACTERISTICAS FISICAS DEL AGREGADO FINO**

CC-GR-102

Fecha: 02/10/2023

Pagina: 1 de 1

CANTERA: CARAPONGO

EXPEDIENTE:

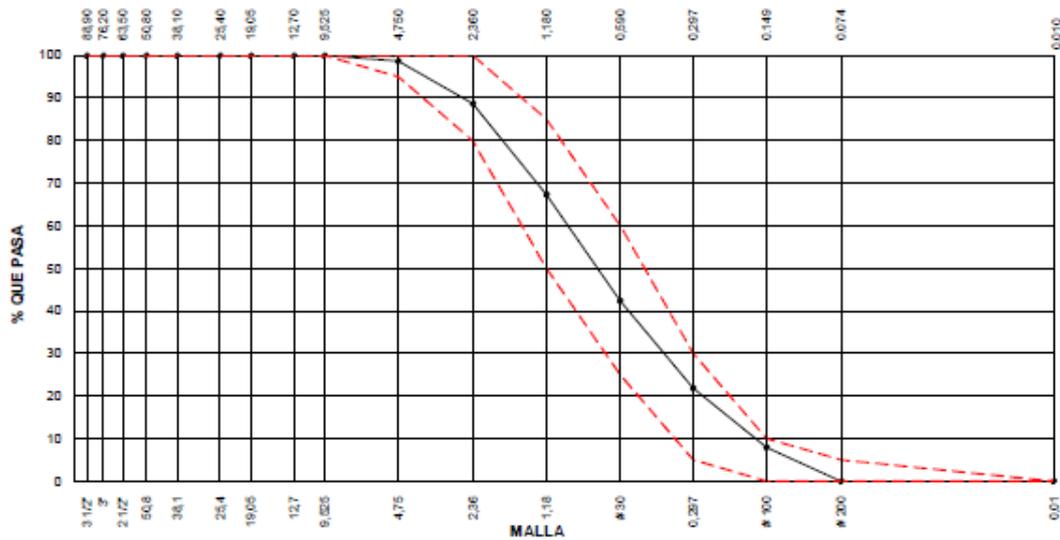
Fecha de ensayo: 02/10/23

MUESTRA: Arena

| AGREGADO FINO - ARENA GRUESA |           |                |               |                     |              |                |                |
|------------------------------|-----------|----------------|---------------|---------------------|--------------|----------------|----------------|
| Malla                        |           | Peso Ret. (gr) | Peso Ret. (%) | Peso Ret. Acum. (%) | % Pasa Acum. | ASTM "LIM SUP" | ASTM "LIM INF" |
| 4"                           | 101,60 mm | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| 3 1/2"                       | 88,90 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| 3"                           | 76,20 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| 2 1/2"                       | 63,50 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| 2"                           | 50,80 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| 1 1/2"                       | 38,10 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| 1"                           | 25,40 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| 3/4"                         | 19,05 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| 1/2"                         | 12,70 mm  | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| 3/8"                         | 9,53 mm   | 0,00           | 0,00          | 0,00                | 100,00       | 100,00         | 100,00         |
| # 4                          | 4,75 mm   | 12,00          | 1,32          | 1,32                | 98,68        | 95,00          | 100,00         |
| # 8                          | 2,36 mm   | 91,00          | 9,99          | 11,31               | 88,69        | 80,00          | 100,00         |
| # 16                         | 1,18 mm   | 195,00         | 21,41         | 32,71               | 67,29        | 50,00          | 85,00          |
| # 30                         | 0,59 mm   | 227,00         | 24,92         | 57,63               | 42,37        | 25,00          | 60,00          |
| # 50                         | 0,30 mm   | 187,00         | 20,53         | 78,16               | 21,84        | 5,00           | 30,00          |
| # 100                        | 0,15 mm   | 127,00         | 13,94         | 92,10               | 7,90         | 0,00           | 10,00          |
| # 200                        | 0,07 mm   | 0,00           | 0,00          | 92,10               | 0,00         | 0,00           | 5,00           |
| Fondo                        | 0,01 mm   | 72,00          | 7,90          | 100,00              | 0,00         | 0,00           | 0,00           |

| CARACTERISTICAS FISICAS                            |        |
|--|--------|
| P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )     | 2,54   |
| P. Especif. de Masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )      | 2,60   |
| P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> ) | 2,72   |
| P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )        | 1450,0 |
| P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )            | 1786,0 |
| Absorción (%)                                      | 2,67   |
| Tamaño Máximo                                      | -      |
| % Humedad  | 1,76   |
| Módulo de Fineza                                   | 2,73   |
| % < Malla Nº 200 (0.75 µm)                         | 7,64   |

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-00301**

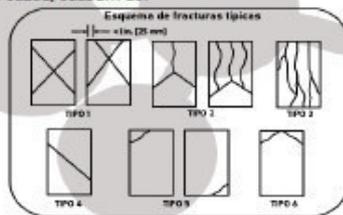
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17052         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm <sup>2</sup> , H5, H-67.  | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4" x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 49770              | 621.3  | 625.2                               | 3             | 104.2%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 50150              | 626.0  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 50330              | 628.3  |                                     | 3             |                  |

NOTAS:

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71342**

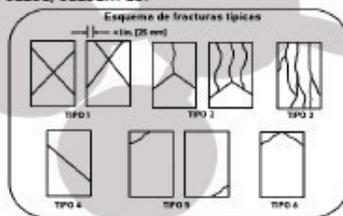
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17052         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 54700              | 682.8  | 677.6                               | 5             | 112.9%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 53680              | 670.1  |                                     | 4             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 54470              | 679.9  |                                     | 2             |                  |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-00302

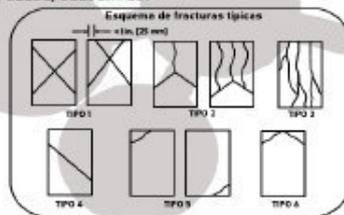
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17053         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm <sup>2</sup> , HS, H-67.  | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 51580              | 643.9  | 641.0                               | 2             | 106.8%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 50990              | 636.5  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 51470              | 642.5  |                                     | 3             |                  |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Álaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71343

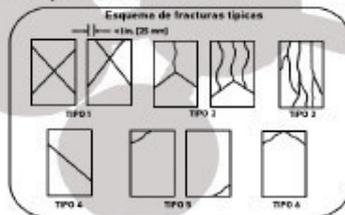
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CUENTE :          | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17053         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm <sup>2</sup> , HS, H-67.  | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 56020              | 699.3  | 693.3                               | 2             | 115.5%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 55680              | 695.0  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 54910              | 685.4  |                                     | 4             |                  |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-00303**

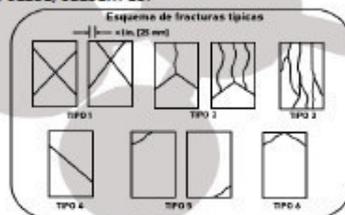
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17054         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 12/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 51750              | 646.0  | 648.8                               | 3             | 108.1%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 52020              | 649.4  |                                     | 4             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 52160              | 651.1  |                                     | 3             |                  |

**NOTAS:**

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71344**

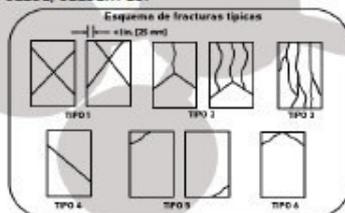
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17054         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 54220              | 676.8  | 696.4                               | 2             | 116.1%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 56680              | 707.5  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 56470              | 704.9  |                                     | 1             |                  |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1806B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-00300

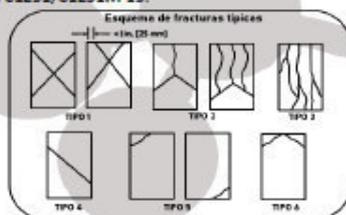
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 017051        |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO PATRON - COMPRESION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm2, H5, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 48210              | 601.8  | 606.8                               | 2             | 101.1%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 48310              | 603.0  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 49310              | 615.5  |                                     | 3             |                  |

NOTAS:

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71345

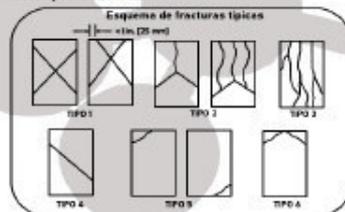
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 017051        |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO PATRON - COMPRESION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm <sup>2</sup> , HS, H-67.  | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4" x 8"  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 53350              | 666.0  | 663.6                               | 3             | 110.6%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 53150              | 663.5  |                                     | 2             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 52990              | 661.5  |                                     | 3             |                  |

NOTAS:

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-58840**

|                  |   |                  |               |
|------------------|---|------------------|---------------|
| CUENTE:          | GERSON LLAFTAS HILARIO  | N° ORDEN:        | 031790        |
| OBRA:            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097287       |
| DIRECCIÓN:       | S/D   | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION   |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.  | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |   | FECHA DE ENSAYO: | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 54.00                       | 8700               | 15.20                                       | 15.20                                     | 133.78                     | 133.98                                | 13.14                              |
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 54.00                       | 8750               | 15.20                                       | 15.20                                     | 134.55                     |                                       |                                    |
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 54.00                       | 8690               | 15.20                                       | 15.20                                     | 133.62                     |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

**MR = PL/bh<sup>2</sup>**

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
**GERENTE TÉCNICO**  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71346**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CLIENTE :        | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 031790        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 006-0294613   |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 8790               | 15.20                                       | 15.20                                     | 112.63                     | 116.18                                | 11.39                              |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 9120               | 15.20                                       | 15.20                                     | 116.86                     |                                       |                                    |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 9290               | 15.20                                       | 15.20                                     | 119.04                     |                                       |                                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-58841**

|                         |  |                         |               |
|-------------------------|--|-------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>        | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° ORDEN:</b>        | 032163        |
| <b>OBRA :</b>           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUIA CAMIÓN:</b>     | 0097275       |
| <b>DIRECCIÓN:</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO:</b>         | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA</b>       | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                         |               |
| <b>TIPO DE PRODUCTO</b> | F'C= 600 kg/cm2, H5, H-67.   | <b>FECHA DE MOLDEO:</b> | 12/10/2023    |
|                         |  | <b>FECHA DE ENSAYO:</b> | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097275          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 9370               | 15.20                                       | 15.20                                     | 120.07                     | 115.88                                | 11.36                              |
| 0097275          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 8360               | 15.20                                       | 15.20                                     | 107.12                     |                                       |                                    |
| 0097275          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 9400               | 15.20                                       | 15.20                                     | 120.45                     |                                       |                                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

**MR = PL/bh<sup>2</sup>**

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71349**

|                         |  |                         |               |
|-------------------------|--|-------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>        | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° ORDEN:</b>        | 032163        |
| <b>OBRA :</b>           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUIA CAMIÓN:</b>     | 0097287       |
| <b>DIRECCIÓN:</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO:</b>         | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA</b>       | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                         |               |
| <b>TIPO DE PRODUCTO</b> | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE MOLDEO:</b> | 12/10/2023    |
|                         |  | <b>FECHA DE ENSAYO:</b> | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097287          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 9860               | 15.20                                       | 15.20                                     | 126.35                     | 128.44                                | 12.60                              |
| 0097287          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 10090              | 15.20                                       | 15.20                                     | 129.29                     |                                       |                                    |
| 0097287          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 10120              | 15.20                                       | 15.20                                     | 129.68                     |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralte

  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citamac.com  
administracion@citamac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-58842**

|                         |  |                         |               |
|-------------------------|--|-------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>        | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° ORDEN:</b>        | 032159        |
| <b>OBRA :</b>           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUIA CAMIÓN:</b>     | 0097287       |
| <b>DIRECCIÓN:</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO:</b>         | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA</b>       | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                         |               |
| <b>TIPO DE PRODUCTO</b> | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE MOLDEO:</b> | 12/10/2023    |
|                         |  | <b>FECHA DE ENSAYO:</b> | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 9420               | 15.20                                       | 15.20                                     | 120.71                     | 123.27                                | 12.09                              |
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 9830               | 15.20                                       | 15.20                                     | 125.96                     |                                       |                                    |
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 9610               | 15.20                                       | 15.20                                     | 123.14                     |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

**MR = PL/bh<sup>2</sup>**

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
**GERENTE TÉCNICO**  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citamac.com  
administracion@citamac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71348**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CLIENTE :        | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 032159        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 006-0294613   |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

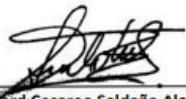
| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 10230              | 15.20                                       | 15.20                                     | 131.09                     | 131.47                                | 12.89                              |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 10200              | 15.20                                       | 15.20                                     | 130.70                     |                                       |                                    |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 10350              | 15.20                                       | 15.20                                     | 132.62                     |                                       |                                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte



Ing. Edgardo Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-58839**

|                         |  |                         |               |
|-------------------------|--|-------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>        | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° ORDEN:</b>        | 031893        |
| <b>OBRA :</b>           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUIA CAMIÓN:</b>     | 006-0294613   |
| <b>DIRECCIÓN:</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO:</b>         | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA</b>       | DISEÑO PATRON - FLEXION  |                         |               |
| <b>TIPO DE PRODUCTO</b> | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE MOLDEO:</b> | 12/10/2023    |
|                         |  | <b>FECHA DE ENSAYO:</b> | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C78)**

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 7529               | 15.20                                       | 15.20                                     | 96.47                      | 98.88                                 | 9.70                               |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 7660               | 15.20                                       | 15.20                                     | 98.15                      |                                       |                                    |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 7960               | 15.20                                       | 15.20                                     | 102.00                     |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralte



Ing. Edgardo Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71347**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CLIENTE :        | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 031893        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097251       |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO PATRON - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097251          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 8360               | 15.20                                       | 15.20                                     | 107.12                     | 108.19                                | 10.61                              |
| 0097251          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 8440               | 15.20                                       | 15.20                                     | 108.15                     |                                       |                                    |
| 0097251          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 8530               | 15.20                                       | 15.20                                     | 109.30                     |                                       |                                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64059**

|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17055         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO DE MEZCLA 0.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 12/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 19/10/2023    |

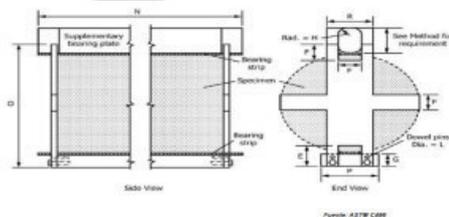
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(N) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Mpa) | Promedio f'c (Mpa) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|--|--------------------|
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 130624          | 4.03   | 4.12               |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 127682          | 3.94   |                    |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 142392          | 4.39   |                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
**Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya**  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71350**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17055         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 0.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

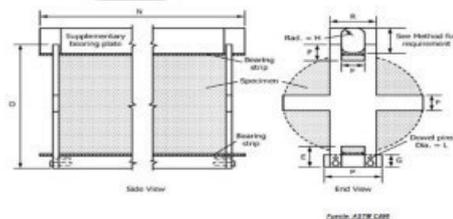
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(N) | Resistencia a la Traccion Indirectadel Ensayo Individual(Mpa) | Promedio f'c (Mpa) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|---|--------------------|
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 137489          | 4.24  | 4.25               |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 132879          | 4.10  |                    |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 143078          | 4.41  |                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64060**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17056         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.0% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

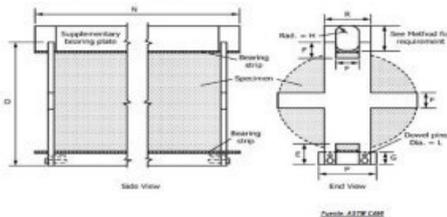
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(N) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Mpa) | Promedio f'c (Mpa) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|--|--------------------|
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 139352          | 4.30   | 4.17               |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 133664          | 4.12   |                    |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 133076          | 4.10   |                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesereo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71351**

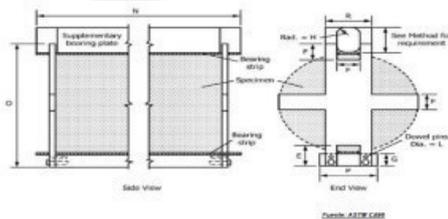
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17056         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.0% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

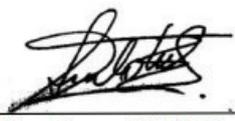
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(N) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Mpa) | Promedio f'c (Mpa) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|--|--------------------|
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 140725          | 4.34   | 4.32               |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 142686          | 4.40   |                    |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 136900          | 4.22   |                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesereo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64061**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17057         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

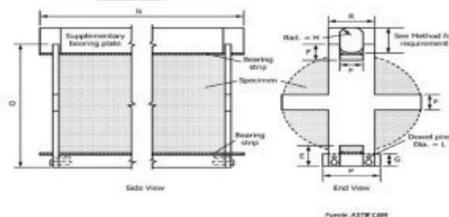
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(N) | Resistencia a la Traccion Indirectadel Ensayo Individual(Mpa) | Promedio f'c (Mpa) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|---|--------------------|
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 138175          | 4.26  | 4.33               |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 139646          | 4.31  |                    |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 143471          | 4.42  |                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71352**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17057         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

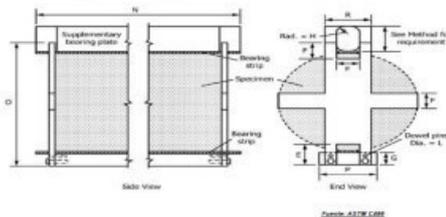
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(N) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Mpa) | Promedio f'c (Mpa) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|--|--------------------|
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 150335          | 4.64   | 4.71               |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 151806          | 4.68   |                    |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 156513          | 4.83   |                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64062**

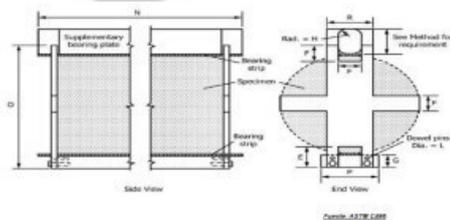
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 017051        |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO PATRON - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(N) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Mpa) | Promedio f'c (Mpa) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|--|--------------------|
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 113855          | 3.51   | 4.01               |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 133860          | 4.13   |                    |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 142392          | 4.39   |                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71353**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 017051        |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO PATRON - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

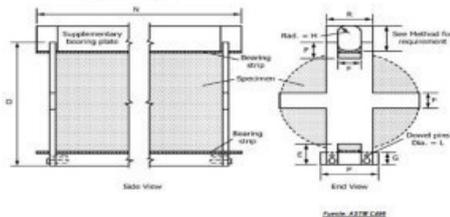
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(N) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Mpa) | Promedio f'c (Mpa) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|--|--------------------|
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 123857          | 3.82   | 4.23               |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 141705          | 4.37   |                    |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 146020          | 4.50   |                    |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad  
Metrología

## Certificado de Calibración

### LFP - 302 - 2023

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

Página 1 de 4

|                           |   |  |
|---------------------------|---|--|
| Expediente                | 1051253   | <p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> |
| Solicitante               | <b>CENTRO DE INNOVACION<br/>TECNOLOGICA DE MATERIALES DE<br/>CONSTRUCCION E.I.R.L. - CITEMAC<br/>E.I.R.L.</b> |  |
| Dirección                 | <b>UND. J3 JUAN CASTILLA 732</b>  |  |
| Instrumento de Medición   | <b>MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL</b>   |  |
| Intervalo de Indicaciones | <b>0 kN a 1112 kN (*)</b>   |  |
| Resolución                | <b>0,1 kN</b>   |  |
| Marca                     | <b>ELE INTERNATIONAL</b>  |  |
| Modelo                    | <b>NO INDICA</b>  |  |
| Número de Serie           | <b>001-2017 (**)</b>  |  |
| Procedencia               | <b>NO INDICA</b>  |  |
| Clase de Exactitud        | <b>NO INDICA</b>  |  |
| Fecha de Calibración      | <b>2023-09-26</b>   |  |

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



Responsable del área



Firmado digitalmente por  
DE LA CRUZ GARCIA  
Leonardo FAU  
20600283015 soft  
Fecha: 2023-10-03  
09:26:37

Dirección de Metrología

Responsable del laboratorio



Firmado digitalmente  
por SANCHEZ AVILES  
Ricardo Alfonso FAU  
20600283015 soft  
Fecha: 2023-10-02  
22:39:53

Dirección de Metrología

**Instituto Nacional de Calidad - INACAL**  
Dirección de Metrología  
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú  
Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

Puede verificar el número de certificado en la página:  
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

## Certificado de Calibración LFP – 302 – 2023

Página 2 de 4

### Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

### Lugar de Calibración

LABORATORIO DE ENSAYO

Asociación de Héroe de San Juan de Miraflores, Mz H Lote 37 - San Juan de Miraflores - Lima

### Condiciones Ambientales

|             | Inicial | Final  |
|-------------|---------|--------|
| Temperatura | 21,1°C  | 21,4°C |

### Patrones de referencia

| Trazabilidad metrológica   | Patrón de medición                               | Documento de calibración              |
|--|--|---------------------------------------|
| Patrón de referencia del Centro Nacional de Metrología de México (CENAM) | Transductor de Fuerza<br>LFP 02 016<br>Clase 0,5 | CNM-CC-720-431/2022<br>DE :2022-11-30 |
| Patrón de referencia del Centro Nacional de Metrología de México (CENAM) | Transductor de Fuerza<br>LFP 02 017<br>Clase 0,5 | CNM-CC-720-384/2022<br>DE: 2022-11-08 |

### Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.

Dispositivo indicador: Marca: ELE; Modelo: 1886B0033; Serie: 1886-1-4751

(\*) A solicitud del usuario, la máquina de ensayo se calibró en el intervalo de indicaciones de 100 kN a 900 kN.

(\*\*) Dato dado en una etiqueta pegada al instrumento.



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión

# Certificado de Calibración LFP – 302 – 2023

Página 3 de 4

## Resultados de Medición

Dirección de Carga : **Compresión**

| Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo |       | Indicación en el transductor de fuerza patrón |                  |                  |                   |                               |          | Error de medición |
|--|-------|---|------------------|------------------|-------------------|-------------------------------|----------|-------------------|
| (%)  | (kN)  | 1ª Serie Ascenso                              | 2ª Serie Ascenso | 3ª Serie Ascenso | 3ª Serie Descenso | 4ª Serie - Accesorios Ascenso | Promedio |                   |
| (%)  | (kN)  | (kN)  | (kN)             | (kN)             | (kN)              | (kN)                          | (kN)     | (kN)              |
| 9,0  | 100,0 | 100,4   | 100,4            | 100,4            | ----              | ----                          | 100,4    | -0,4              |
| 13,5   | 150,0 | 150,2   | 150,2            | 150,3            | ----              | ----                          | 150,2    | -0,2              |
| 18,0   | 200,0 | 200,3   | 200,4            | 200,0            | ----              | ----                          | 200,2    | -0,2              |
| 27,0   | 300,0 | 300,5   | 300,4            | 300,9            | ----              | ----                          | 300,6    | -0,6              |
| 36,0   | 400,0 | 400,7   | 401,2            | 401,4            | ----              | ----                          | 401,1    | -1,1              |
| 45,0   | 500,0 | 500,8   | 501,6            | 501,6            | ----              | ----                          | 501,4    | -1,4              |
| 54,0   | 600,0 | 601,0   | 601,3            | 601,9            | ----              | ----                          | 601,4    | -1,4              |
| 62,9   | 700,0 | 699,2   | 701,2            | 701,3            | ----              | ----                          | 700,6    | -0,6              |
| 71,9   | 800,0 | 800,0   | 800,7            | 800,7            | ----              | ----                          | 800,5    | -0,5              |
| 80,9   | 900,0 | 899,8   | 900,0            | 899,8            | ----              | ----                          | 899,8    | 0,2               |

### Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

| Valor Nominal                |       | Errores de medición relativos encontrados en % |                 |                  |                       |                        | Incertidumbre del error de medición U (%) k=2 |
|------------------------------|-------|--|-----------------|------------------|-----------------------|------------------------|---|
| (%)                          | (kN)  | Indicación g                                   | Repetibilidad h | Reversibilidad v | Resolución Relativa a | Error con Accesorios e |   |
| 9,0                          | 100,0 | -0,38  | 0,04            | ----             | 0,10                  | ----                   | 0,15  |
| 13,5                         | 150,0 | -0,16  | 0,01            | ----             | 0,07                  | ----                   | 0,15  |
| 18,0                         | 200,0 | -0,12  | 0,17            | ----             | 0,05                  | ----                   | 0,15  |
| 27,0                         | 300,0 | -0,20  | 0,15            | ----             | 0,03                  | ----                   | 0,15  |
| 36,0                         | 400,0 | -0,27  | 0,18            | ----             | 0,03                  | ----                   | 0,15  |
| 45,0                         | 500,0 | -0,27  | 0,16            | ----             | 0,02                  | ----                   | 0,15  |
| 54,0                         | 600,0 | -0,23  | 0,14            | ----             | 0,02                  | ----                   | 0,15  |
| 62,9                         | 700,0 | -0,08  | 0,30            | ----             | 0,01                  | ----                   | 0,21  |
| 71,9                         | 800,0 | -0,06  | 0,10            | ----             | 0,01                  | ----                   | 0,15  |
| 80,9                         | 900,0 | 0,02   | 0,02            | ----             | 0,01                  | ----                   | 0,15  |
| Error relativo de cero $f_0$ |       | 0,04   |                 |                  |                       |                        |   |

| Clase de la escala de la máquina | Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500-1 |                 |                  |                       |            |
|----------------------------------|--|-----------------|------------------|-----------------------|------------|
|                                  | Indicación q                                       | Repetibilidad b | Reversibilidad v | Resolución Relativa a | Cero $f_0$ |
| 0,5                              | ±0,5   | 0,5             | ±0,75            | 0,25                  | ±0,05      |
| 1                                | ±1,0   | 1,0             | ±1,5             | 0,5                   | ±0,1       |
| 2                                | ±2,0   | 2,0             | ±3,0             | 1,0                   | ±0,2       |
| 3                                | ±3,0   | 3,0             | ±4,5             | 1,5                   | ±0,3       |

kN = kilonewton

La estimación de la incertidumbre fue realizada según el anexo C de la ISO 7500-1.



**INACAL**  
Instituto Nacional  
de Calidad

Metrología

**Laboratorio de Fuerza, Torque y Presión**

# Certificado de Calibración

## LFP – 302 – 2023

Página 4 de 4

### **Incertidumbre**

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

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

### **Recalibración**

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

### **DIRECCION DE METROLOGIA**

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

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

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

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

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

### **SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM**

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

# Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Hoja [Page] 1/6

**Cliente:** Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
*Customer* Calle Las Camelias N° 817 San Isidro  
Lima, Perú.

**Instrumento:** Transductor de fuerza (2 MN)  
*Instrument*

**Marca:** HBM  
*Brand name*

**Modelo:** C18  
*Model*

**No. de serie:** 00283RJ5  
*Serial number*

**No. de identificación:** LFP 02 017  
*ID number*

**Lugar donde se efectuó la calibración:** Laboratorios de fuerza de CENAM.  
*Place where the calibration was carried out*

**No. de certificado:** / *Certificate number*  
CNM-CC-720-384/2022

**No. de servicio:** / *Service Number*  
225645

**Fecha de emisión:** / *Date of issue*  
2022-11-08

**Fechas de inicio y término de la calibración:**  
*Calibration dates, start/end*  
2022-11-08 2022-11-08

**Responsable de la calibración:** / *Calibrated by*

Graciela Guerrero Herrera

*Firma electrónica / Signature*

N0551-225-21-972533

**Aprobó:** / *Approved by*

Alejandro Cárdenas Moctezuma

N0257-18-21-972556

**Notas:** [Notes]

- Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del instrumento calibrado como de las prácticas para su manejo y uso. [The user is responsible for establishing re-calibration periods, based on the characteristics of the instrument and the conditions of handling and use.]
- No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]
- Este certificado se emite de manera electrónica. La versión oficial puede ser consultada en el domicilio electrónico <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx> con la contraseña entregada a la empresa identificada como "Cliente". Aún sin contar con esta contraseña, los datos del equipo calibrado pueden obtenerse en el mismo portal con el número de certificado. [This is an electronic certificate. The official version may be obtained at the website <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx>, using the password provided to the customer identified at the top of this page. Identification information for the instrument calibrated may be obtained at the same site without the need of a password.]
- Los resultados presentados en este certificado se relacionan exclusivamente con el ítem descrito en la carátula. [The results presented in this Calibration Certificate are related only with the instrument described above, and not to any others.]

**1.- Datos de los equipos utilizados en la calibración**

|                              |  |   |
|------------------------------|--|---|
| Patrón:                      | Sistema de Transferencia con:<br>Transductor de Fuerza | Condiciones del equipo bajo calibración:                            |
| Marca:                       | HBM  | Modo de operación: compresión                                       |
| Modelo:                      | C18 / 2 MN   | Catalogado como de: Interpolación digital                           |
| No. serie:                   | 00282TO7   | Resolución: 0.000 001 div   |
| Intervalo de medición:       | 2,000.00 kN  | Temperatura ambiente: 21.3 °C ±0.1 °C                               |
| Incertidumbre max. relativa: | 0.050 % lectura  | Observaciones:  |
| Factor de cobertura:         | k = 2  | Amplificador digital HBM, modelo DMP41, serie 819471201             |
| Fecha de Calibración:        | 2021-12-13   | en unidades de mV/V, ABS, filtro 0.2 Hz, Bessel, propiedad de CENAM |
| No. de certificado           | PTB 1.21Thi_21091-02                                   | transductor con plato inferior de apoyo y botón de carga superior.  |
| Trazabilidad:                | Patrón de Fuerza del PTB de 2 MN.                      |   |
| Observaciones:               | Resolución del patrón: 0.001 kN                        |   |

**2.- Resumen del procedimiento de calibración (CENAM 720-AC-P.153, método por Comparación Directa)**

El instrumento bajo calibración es instalado en el sistema de transferencia de fuerza al menos 6 h para su ambientación antes del inicio de la toma de datos para la calibración. Se realizan pruebas preliminares de funcionamiento al equipo por calibrar. Se aplican fuerzas al 100% del Intervalo de medición (precargas) para la estabilización y acomodamiento de la estructura interna del elemento elástico sensor. Una vez hecho lo anterior se aplican fuerzas en el sentido de la calibración (tracción y/o compresión) dividiendo el Intervalo de medición en diez puntos equidistantes distribuidos dentro del Intervalo de medición. Cada paso de carga del Intervalo de medición es medido 2 veces en una misma posición de montaje de referencia (0°) y dos veces más en forma creciente y decreciente en las siguientes posiciones (120° y 240° o 90° y 180°). al finalizar, se aplica una precarga y se descarga la fuerza, y se toma lectura a los 30 s y a los 300 s para el cálculo de fluencia.

**3.- Resumen de resultados de la calibración del equipo bajo calibración**

| compresión            |                         |                            |                           |                                    |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Fuerza aplicada<br>kN | Lectura promedio<br>div | $U$ expandida<br>k=2<br>%L | Error de indicación<br>%L | <sup>1)</sup> Error residual<br>%L |
| 200.00                | 0.199 746               | 5.6E-02                    | -----                     | 6.657E-06                          |
| 400.00                | 0.399 539               | 5.5E-02                    | -----                     | 2.425E-04                          |
| 600.00                | 0.599 349               | 5.3E-02                    | -----                     | 6.760E-04                          |
| 800.00                | 0.799 199               | 5.4E-02                    | -----                     | -1.864E-03                         |
| 1,000.00              | 0.999 033               | 5.5E-02                    | -----                     | 1.122E-04                          |
| 1,200.00              | 1.198 888               | 5.6E-02                    | -----                     | 1.205E-03                          |
| 1,400.00              | 1.398 780               | 5.7E-02                    | -----                     | 6.499E-04                          |
| 1,600.00              | 1.598 708               | 5.6E-02                    | -----                     | -9.031E-04                         |
| 1,800.00              | 1.798 626               | 5.7E-02                    | -----                     | -4.810E-04                         |
| 2,000.00              | 1.998 551               | 5.6E-02                    | -----                     | 4.149E-04                          |

Nota 1: El error residual es debido al uso de la ecuación de mejor ajuste que se observa en el punto 4.

Nota 2: La incertidumbre de la medición fue estimada de acuerdo a la norma NMX-CH-140-IMNC 2002 Guía para expresión de la Incertidumbre en las Mediciones, equivalente al documento JCGM 100 2008 (GUM with minor corrections) Evaluation of measurement data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, First Edition - Sept. 2008, y se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura  $k = 2$  el cual corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95.45 %.

**4.- Ecuaciones de mejor ajuste para el equipo bajo calibración**

**4.1. Ecuación de mejor ajuste para obtener la fuerza en función de la lectura observada**

$$F_i (L_i) = A + B (L_i) + C (L_i)^2 + D (L_i)^3$$

| Coefficientes para $F_i = f(L_i)$ | A            | B            | C             | D | Tipo de Ecuación: |
|-----------------------------------|--------------|--------------|---------------|---|-------------------|
| compresion                        | 2.985 52E-02 | 1.001 17E+03 | -2.314 39E-01 |   | Cuadrática        |

Donde:

$F_i$  es la fuerza pronóstico de la ecuación de mejor ajuste que se aplica al equipo bajo prueba, en kN  
 $L_i$  es la lectura observada en el indicador del equipo a prueba, bajo una fuerza aplicada y se obtiene como:  
 $L_i = (\text{Lectura bajo una fuerza aplicada} - \text{Lectura de cero, sin una fuerza aplicada})$ .

**4.2. Ecuación de mejor ajuste para obtener la lectura en función de la fuerza que se requiera aplicar**

$$L_i (F_i) = a + b (F_i) + c (F_i)^2 + d (F_i)^3$$

| Coefficientes para $L_i = f(F_i)$ | a             | b            | c            | d | Tipo de Ecuación: |
|-----------------------------------|---------------|--------------|--------------|---|-------------------|
| compresion                        | -2.974 72E-05 | 9.988 33E-04 | 2.309 82E-10 |   | Cuadrática        |

Donde:

$F_i$  es la fuerza aplicada, en: kN  
 $L_i$  es la lectura que deberá observarse en el indicador para obtener la fuerza  $F_i$  deseada.

**5. Factor de corrección por temperatura y factores de correspondencia del equipo bajo calibración**

**5.1. Factor de corrección por temperatura (Informativo de conformidad con ISO 376:2011)**

$$F_c = F_i * [ 1 + 0.000 27 (t_u - t_c) ]$$

Donde:

$F_c$  es la fuerza corregida a la temperatura de uso ( $t_u$  en °C) del equipo calibrado en: kN  
 $F_i$  es la fuerza que se observa en el indicador (o la obtenida de la ecuación de mejor ajuste), en: kN  
 $t_c$  es la temperatura de calibración en este certificado de 21.3 °C

Nota 3: La expresión anterior puede ser también utilizada para obtener la lectura corregida.

Nota 4: el valor del coeficiente (0.000 27) esta indicado en la norma, pero se recomienda utilizar en coeficiente correspondiente al transductor.

**5.2. Factores de equivalencia entre unidades**

|                   | N         | kg <sub>f</sub> | lb <sub>f</sub> | dina          |
|-------------------|-----------|-----------------|-----------------|---------------|
| 1 N               | 1         | 0.101 971       | 0.224 80        | 1 E+05        |
| 1 kg <sub>f</sub> | 9.806 65  | 1               | 2.204 60        | 9.806 65E+05  |
| 1 lb <sub>f</sub> | 4.448 222 | 0.453 592       | 1               | 4.448 222E+05 |
| 1 dina            | 1 E-5     | 1.019 71E-06    | 2.248 E0-6      | 1             |

**6.- Lecturas obtenidas durante la medición en el equipo bajo calibración.**

| Fuerza , en<br>kN | Lectura del equipo bajo calibración, en: |             |               |                |               |                |
|-------------------|--|-------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|                   | 0° / 1-Asc.                              | 0° / 2-Asc. | 120° / 1-Asc. | 120° / 1-Desc. | 240° / 1-Asc. | 240° / 1-Desc. |
| 0.00              | -0.002 591                               | -0.002 571  | -0.002 613    | -0.002 581     | -0.002 607    | -0.002 608     |
| 200.00            | 0.197 145                                | 0.197 161   | 0.197 128     | 0.197 175      | 0.197 156     | 0.197 231      |
| 400.00            | 0.396 936                                | 0.396 924   | 0.396 961     | 0.397 064      | 0.396 926     | 0.397 055      |
| 600.00            | 0.596 705                                | 0.596 721   | 0.596 802     | 0.596 952      | 0.596 731     | 0.596 864      |
| 800.00            | 0.796 512                                | 0.796 539   | 0.796 722     | 0.796 863      | 0.796 549     | 0.796 721      |
| 1,000.00          | 0.996 353                                | 0.996 342   | 0.996 619     | 0.996 755      | 0.996 331     | 0.996 447      |
| 1,200.00          | 1.196 207                                | 1.196 229   | 1.196 549     | 1.196 663      | 1.196 095     | 1.196 229      |
| 1,400.00          | 1.396 052                                | 1.396 068   | 1.396 527     | 1.396 626      | 1.395 951     | 1.396 092      |
| 1,600.00          | 1.595 956                                | 1.595 962   | 1.596 493     | 1.596 571      | 1.595 872     | 1.595 923      |
| 1,800.00          | 1.795 839                                | 1.795 882   | 1.796 482     | 1.796 527      | 1.795 735     | 1.795 812      |
| 2,000.00          | 1.995 748                                | 1.995 766   | 1.996 435     | 1.996 435      | 1.995 661     | 1.995 661      |
| 0.00              | -0.002 572                               | -0.002 607  |               |                |               |                |

**7.- Propiedades metroológicas del equipo bajo calibración, según Norma ISO 376.**

| Fuerza Aplicada<br>kN | Lectura promedio<br>div | Error de Reproducibilidad<br>% L | Error de Repetibilidad<br>% L | Error de Interpolación<br>% L | Error de cero<br>% ET | Error de Reversibilidad<br>% L | Error de Fluencia<br>% L | Incertidumbre del patrón<br>% L k=2 |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 200.00                | 0.199 746               | 0.014                            | 0.002                         | 0.000                         | ----                  | 0.031                          | -0.013                   | 0.050                               |
| 400.00                | 0.399 539               | 0.012                            | 0.008                         | 0.000                         | ----                  | 0.029                          | -0.006                   | 0.050                               |
| 600.00                | 0.599 349               | 0.020                            | 0.001                         | -0.001                        | ----                  | 0.024                          | -0.004                   | 0.050                               |
| 800.00                | 0.799 199               | 0.029                            | 0.001                         | 0.002                         | ----                  | 0.020                          | -0.003                   | 0.050                               |
| 1,000.00              | 0.999 033               | 0.029                            | 0.003                         | 0.000                         | ----                  | 0.013                          | -0.003                   | 0.050                               |
| 1,200.00              | 1.198 888               | 0.038                            | 0.000                         | -0.001                        | ----                  | 0.010                          | -0.002                   | 0.050                               |
| 1,400.00              | 1.398 780               | 0.042                            | 0.000                         | -0.001                        | ----                  | 0.009                          | -0.002                   | 0.050                               |
| 1,600.00              | 1.598 708               | 0.039                            | 0.001                         | 0.001                         | ----                  | 0.004                          | -0.002                   | 0.050                               |
| 1,800.00              | 1.798 626               | 0.042                            | 0.001                         | 0.000                         | ----                  | 0.003                          | -0.001                   | 0.050                               |
| 2,000.00              | 1.998 551               | 0.039                            | 0.000                         | 0.000                         | 0.002                 | 0.000                          | -0.001                   | 0.050                               |

**8.- Incertidumbres asociadas a las propiedades metroológicas del equipo bajo calibración.**

| Fuerza Aplicada<br>kN | Factor de cobertura k = 1 |                           |                     |                     |                        |                       |                   |                 |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------|
|                       | u Repetibilidad<br>% L    | u Reproducibilidad<br>% L | u Resolución<br>% L | u Histeresis<br>% L | u Error / cero<br>% ET | u Ec. / ajuste<br>% L | u Fluencia<br>% L | u Patrón<br>% L |
| 200.00                | 1.0E-03                   | 4.4E-03                   | 1.4E-04             | 1.1E-02             | ----                   | 4.4E-03               | 3.6E-03           | 2.5E-02         |
| 400.00                | 4.0E-03                   | 4.6E-03                   | 7.2E-05             | 9.3E-03             | ----                   | 1.5E-03               | 1.8E-03           | 2.5E-02         |
| 600.00                | 3.3E-04                   | 5.9E-03                   | 4.8E-05             | 7.2E-03             | ----                   | 8.0E-04               | 1.2E-03           | 2.5E-02         |
| 800.00                | 4.4E-04                   | 8.7E-03                   | 3.6E-05             | 6.2E-03             | ----                   | 6.2E-04               | 9.0E-04           | 2.5E-02         |
| 1,000.00              | 1.6E-03                   | 1.0E-02                   | 2.9E-05             | 3.9E-03             | ----                   | 5.3E-04               | 7.2E-04           | 2.5E-02         |
| 1,200.00              | 8.3E-05                   | 1.2E-02                   | 2.4E-05             | 3.2E-03             | ----                   | 4.4E-04               | 6.0E-04           | 2.5E-02         |
| 1,400.00              | 1.4E-04                   | 1.3E-02                   | 2.1E-05             | 2.9E-03             | ----                   | 3.6E-04               | 5.2E-04           | 2.5E-02         |
| 1,600.00              | 4.4E-04                   | 1.2E-02                   | 1.8E-05             | 1.4E-03             | ----                   | 3.0E-04               | 4.5E-04           | 2.5E-02         |
| 1,800.00              | 6.4E-04                   | 1.3E-02                   | 1.6E-05             | 1.2E-03             | ----                   | 3.3E-04               | 4.0E-04           | 2.5E-02         |
| 2,000.00              | 5.0E-05                   | 1.2E-02                   | 1.4E-05             | 0.0E+00             | 5.2E-04                | 4.4E-04               | 3.6E-04           | 2.5E-02         |

No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]  
100-AC-FO.024 Ver. 1.0 Ref. 100-AC-P.3.1.10

| Caso A                 | Caso C                 | Caso B                 | Caso D                 |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| $k = 2$                | $k = 2$                | $k = 2$                | $k = 2$                |
| $U_{\text{Expandida}}$ | $U_{\text{Expandida}}$ | $U_{\text{Expandida}}$ | $U_{\text{Expandida}}$ |
| % L                    | % L                    | % L                    | % L                    |
| 5.1E-02                | 5.2E-02                | 5.5E-02                | 5.6E-02                |
| 5.2E-02                | 5.2E-02                | 5.5E-02                | 5.5E-02                |
| 5.1E-02                | 5.1E-02                | 5.3E-02                | 5.3E-02                |
| 5.3E-02                | 5.3E-02                | 5.4E-02                | 5.4E-02                |
| 5.4E-02                | 5.4E-02                | 5.4E-02                | 5.5E-02                |
| 5.5E-02                | 5.5E-02                | 5.6E-02                | 5.6E-02                |
| 5.6E-02                | 5.6E-02                | 5.7E-02                | 5.7E-02                |
| 5.6E-02                | 5.6E-02                | 5.6E-02                | 5.6E-02                |
| 5.7E-02                | 5.7E-02                | 5.7E-02                | 5.7E-02                |
| 5.6E-02                | 5.6E-02                | 5.6E-02                | 5.6E-02                |

La norma ISO 376:2011 considera el uso de los transductores de fuerza, por medio de puntos calibrados o con ecuación de ajuste, y con la histéresis o sin ella. Esto resulta en cuatro casos posibles, en todos los cuales, se contemplan la **repetibilidad, reproducibilidad, error de cero, resolución, y la incertidumbre del patrón utilizado**, en la incertidumbre de medición (que llamaremos  $u_{\text{comunes}}$ ). En adición con las incertidumbres anteriores, se deben considerar las siguientes fuentes, según sea el caso:

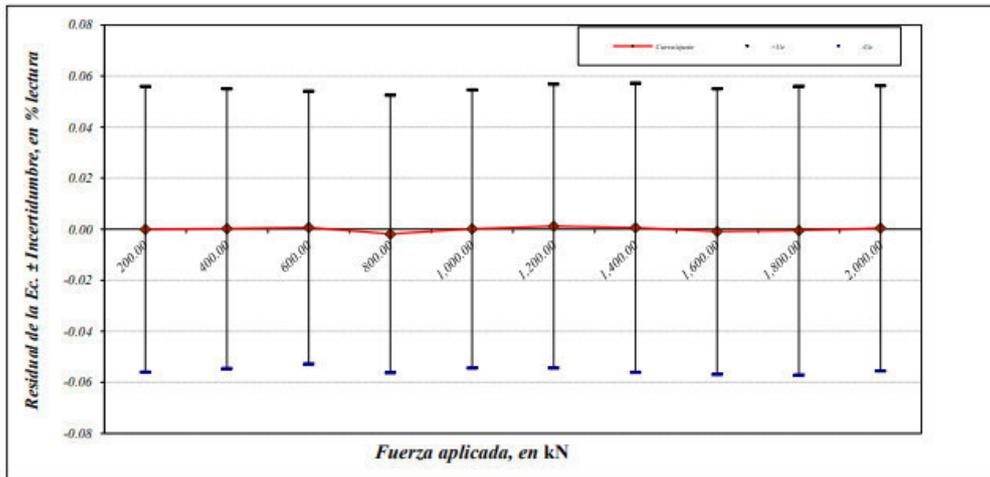
para uso en mediciones crecientes:

Caso A:  $u_{\text{comunes}} + u_{\text{fluencia}}$   
 Caso C:  $u_{\text{comunes}} + u_{\text{ec/ajuste}} + u_{\text{fluencia}}$

para uso en mediciones creciente y decrecientes:

Caso B:  $u_{\text{comunes}} + u_{\text{histéresis}}$   
 Caso D:  $u_{\text{comunes}} + u_{\text{ec/ajuste}} + u_{\text{histéresis}}$

**9.- Gráfica de Residual de la Ecuación de mejor ajuste e incertidumbre (caso D) Vs. Fuerza Aplicada.**



**10.- Tabla Informativa para clasificación del equipo calibrado, utilizando propiedades metrológicas indicadas en hoja 4.**

| Clase | Errores relativos del equipo de fuerza bajo calibración |                            |                                       |                              |                            |                      | Incertidumbre de la fuerza de calibración aplicada<br>$k=2$<br>% |
|-------|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|--|
|       | %   |                            |                                       |                              |                            |                      |  |
|       | Reproducibilidad<br><i>b</i>                            | Repetibilidad<br><i>b'</i> | Interpolación<br><i>f<sub>c</sub></i> | Cero<br><i>f<sub>0</sub></i> | Reversibilidad<br><i>v</i> | Fluencia<br><i>c</i> |  |
| 00    | 0.05  | 0.025                      | ± 0.025                               | ± 0.012                      | 0.07                       | 0.025                | ± 0.01   |
| 0.5   | 0.10  | 0.05                       | ± 0.05                                | ± 0.025                      | 0.15                       | 0.05                 | ± 0.02   |
| 1     | 0.20  | 0.10                       | ± 0.1                                 | ± 0.05                       | 0.30                       | 0.10                 | ± 0.05   |
| 2     | 0.40  | 0.20                       | ± 0.1                                 | ± 0.1                        | 0.50                       | 0.20                 | ± 0.1  |

Tabla con valores de los parámetros utilizados para clasificación de equipos por parte del cliente, según Norma ISO 376: 2011.



## Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Hoja [Page] 1/7

**Cliente:** Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
*Customer* Calle Las Camelias N° 817 San Isidro  
Lima, Perú.

**Instrumento:** Transductor de fuerza (500 kN)  
*Instrument*

**Marca:** HBM  
*Brand name*

**Modelo:** U15  
*Model*

**No. de serie:** 011681S  
*Serial number*

**No. de identificación:** LFP 02 016  
*ID number*

**Lugar donde se efectuó la calibración:** Laboratorios de fuerza de CENAM  
*Place where the calibration was carried out*

**No. de certificado:** / *Certificate number*  
CNM-CC-720-431/2022

**No. de servicio:** / *Service Number*  
225643

**Fecha de emisión:** / *Date of issue*  
2022-12-01

**Fechas de inicio y término de la calibración:**  
*Calibration dates, start/end*  
2022-11-10 2022-11-30

**Responsable de la calibración:** / *Calibrated by*

Alejandro Cárdenas Moctezuma

Firma electrónica / *Signature*

N0257-18-21-979049

**Aprobó:** / *Approved by*

Graciela Guerrero Herrera

N0551-225-21-979084

**Notas:** [Notes]

- Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del instrumento calibrado como de las prácticas para su manejo y uso. [The user is responsible for establishing re-calibration periods, based on the characteristics of the instrument and the conditions of handling and use.]
- No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]
- Este certificado se emite de manera electrónica. La versión oficial puede ser consultada en el domicilio electrónico <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx> con la contraseña entregada a la empresa identificada como "Cliente". Aún sin contar con esta contraseña, los datos del equipo calibrado pueden obtenerse en el mismo portal con el número de certificado. [This is an electronic certificate. The official version may be obtained at the website <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx>, using the password provided to the customer identified at the top of this page. Identification information for the instrument calibrated may be obtained at the same site without the need of a password.]
- Los resultados presentados en este certificado se relacionan exclusivamente con el ítem descrito en la carátula. [The results presented in this Calibration Certificate are related only with the instrument described above, and not to any others.]

**1.- Datos de los equipos utilizados en la calibración**

|                         |  |  |
|-------------------------|--|--|
| Patrón:                 | Sistema de Transferencia con:<br>Transductor de Fuerza | Condiciones del equipo bajo calibración:                     |
| Marca:                  | HBM  | Modo de operación: Compresión y Tracción                     |
| Modelo:                 | C3H2/50T   | Catalogado como de: Interpolación digital                    |
| No. serie:              | F85297   | Resolución : 0.000 001 div                                   |
| Intervalo de medición:  | 500.00 kN  | Temperatura ambiente: 21.4 °C ±0.1 °C Compresión             |
| Incertidumbre relativa: | 0.018 % lectura  | 21.1 °C ±0.3 °C Tracción                                     |
| Factor de cobertura:    | k = 2  | Observaciones:   |
| Fecha de Calibración:   | 2021-11-30   | Indicador digital marca HBM, modelo DMP 41, serie 819471201. |
| No. de certificado      | PTB 1.21Wu_21091-04                                    | Lecturas en absoluto y en mV/V.                              |
| Trazabilidad:           | Patrón Nacional de Fuerza del PTB.                     | Indicador digital propiedad de CENAM.                        |
| Observaciones:          | Resolución del patrón: 0.001 kN                        | accesorios de compresión y tracción normalizados             |

**2.- Resumen del procedimiento de calibración (CENAM 720-AC-P.153, método por Comparación Directa)**

El instrumento bajo calibración es instalado en el sistema de transferencia de fuerza al menos 6 h para su ambientación antes del inicio de la toma de datos para la calibración. Se realizan pruebas preliminares de funcionamiento al equipo por calibrar. Se aplican fuerzas al 100% del Intervalo de medición (precargas) para la estabilización y acomodamiento de la estructura interna del elemento elástico sensor. Una vez hecho lo anterior se aplican fuerzas en el sentido de la calibración (tracción y/o compresión) dividiendo el Intervalo de medición en diez puntos equidistantes distribuidos dentro del Intervalo de medición. Cada paso de carga del Intervalo de medición es medido 2 veces en una misma posición de montaje de referencia (0°) y dos veces más en forma creciente y decreciente en las siguientes posiciones (120° y 240° o 90° y 180°). al finalizar, se aplica una precarga y se descarga la fuerza, y se toma lectura a los 30 s y a los 300 s para el calculo de fluencia.

**3.- Resumen de resultados de la calibración del equipo bajo calibración**

| Compresión         |                      |                    |                        |                                 | Tracción           |                      |                    |                        |                                 |
|--------------------|----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|
| Fuerza aplicada kN | Lectura promedio div | U expandida k=2 %L | Error de indicación %L | <sup>1)</sup> Error residual %L | Fuerza aplicada kN | Lectura promedio div | U expandida k=2 %L | Error de indicación %L | <sup>1)</sup> Error residual %L |
| 50.00              | -0.297 987           | 1.7E+00            | ----                   | 4.06E-01                        | 50.00              | 0.297 074            | 4.8E-01            | ----                   | -2.79E-02                       |
| 100.00             | -0.597 195           | 6.4E-01            | ----                   | -1.85E-01                       | 100.00             | 0.596 000            | 2.0E-01            | ----                   | 2.39E-02                        |
| 150.00             | -0.896 106           | 5.2E-01            | ----                   | -1.70E-01                       | 150.00             | 0.895 504            | 1.3E-01            | ----                   | 2.71E-04                        |
| 200.00             | -1.193 442           | 4.5E-01            | ----                   | 1.46E-03                        | 200.00             | 1.195 079            | 1.0E-01            | ----                   | -1.27E-03                       |
| 250.00             | -1.491 143           | 4.2E-01            | ----                   | 2.63E-02                        | 250.00             | 1.494 861            | 8.0E-02            | ----                   | -4.17E-03                       |
| 300.00             | -1.785 781           | 4.4E-01            | ----                   | 1.05E-01                        | 300.00             | 1.794 732            | 6.2E-02            | ----                   | -2.21E-03                       |
| 350.00             | -2.079 024           | 4.1E-01            | ----                   | 8.07E-02                        | 350.00             | 2.094 752            | 4.3E-02            | ----                   | -1.18E-03                       |
| 400.00             | -2.370 323           | 3.4E-01            | ----                   | -2.91E-02                       | 400.00             | 2.394 784            | 2.9E-02            | ----                   | 4.26E-03                        |
| 450.00             | -2.658 192           | 3.2E-01            | ----                   | -1.75E-01                       | 450.00             | 2.695 133            | 2.2E-02            | ----                   | 7.22E-04                        |
| 500.00             | -2.929 634           | 1.9E-01            | ----                   | 9.58E-02                        | 500.00             | 2.995 549            | 2.3E-02            | ----                   | -1.39E-03                       |

Nota 1: El error residual es debido al uso de la ecuación de mejor ajuste que se observa en el punto 4.

Nota 2: La incertidumbre de la medición fue estimada de acuerdo a la norma NMX-CH-140-IMNC 2002 Guía para expresión de la Incertidumbre en las Mediciones, equivalente al documento JCGM 100 2008 (GUM with minor corrections) Evaluation of measurement data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement, BIPM, First Edition - Sept. 2008, y se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura k = 2 el cual corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95.45 %.

**4.- Ecuaciones de mejor ajuste para el equipo bajo calibración**

**4.1. Ecuación de mejor ajuste para obtener la fuerza en función de la lectura observada**

$$F_i (L_i) = A + B (L_i) + C (L_i)^2 + D (L_i)^3$$

| Coefficientes para $F_i - f(L_i)$ | A             | B             | C             | D             | Tipo de Ecuación: |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| Compresión                        | -8.500 46E-01 | -1.709 73E+02 | -3.748 67E+00 | -1.259 03E+00 | Cúbica            |
| Tracción                          | 3.234 34E-01  | 1.673 33E+02  | -2.298 93E-01 | 1.831 56E-02  | Cúbica            |

Donde:

$F_i$  es la fuerza pronóstico de la ecuación de mejor ajuste que se aplica al equipo bajo prueba, en kN  
 $L_i$  es la lectura observada en el indicador del equipo a prueba, bajo una fuerza aplicada y se obtiene como:  
 $L_i = (\text{Lectura bajo una fuerza aplicada} - \text{Lectura de cero, sin una fuerza aplicada})$ .

**4.2. Ecuación de mejor ajuste para obtener la lectura en función de la fuerza que se requiera aplicar**

$$L_i (F_i) = a + b (F_i) + c (F_i)^2 + d (F_i)^3$$

| Coefficientes para $L_i - f(F_i)$ | a             | b             | c             | d             | Tipo de Ecuación: |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|
| Compresión                        | -4.339 11E-03 | -5.863 99E-03 | -6.907 24E-07 | 1.415 80E-09  | Cúbica            |
| Tracción                          | -1.931 23E-03 | 5.976 04E-03  | 4.938 45E-08  | -2.340 61E-11 | Cúbica            |

Donde:

$F_i$  es la fuerza aplicada, en: kN  
 $L_i$  es la lectura que deberá observarse en el indicador para obtener la fuerza  $F_i$  deseada.

**5. Factor de corrección por temperatura y factores de correspondencia del equipo bajo calibración**

**5.1. Factor de corrección por temperatura (Informativo de conformidad con ISO 376:2011)**

$$F_c = F_i * [ 1 + 0.000 27 (t_u - t_c) ]$$

Donde:

$F_c$  es la fuerza corregida a la temperatura de uso ( $t_u$  en °C) del equipo calibrado en: kN  
 $F_i$  es la fuerza que se observa en el indicador (o la obtenida de la ecuación de mejor ajuste), en: kN  
 $t_c$  es la temperatura de calibración en este certificado de 21.4 °C Compresión  
 21.1 °C Tracción

Nota 3: La expresión anterior puede ser también utilizada para obtener la lectura corregida.

Nota 4: el valor del coeficiente (0.000 27) esta indicado en la norma, pero se recomienda utilizar en coeficiente correspondiente al transductor.

**5.2. Factores de equivalencia entre unidades**

|                   | N         | kg <sub>f</sub> | lb <sub>f</sub> | dina          |
|-------------------|-----------|-----------------|-----------------|---------------|
| 1 N               | 1         | 0.101 971       | 0.224 80        | 1 E+05        |
| 1 kg <sub>f</sub> | 9.806 65  | 1               | 2.204 60        | 9.806 65E+05  |
| 1 lb <sub>f</sub> | 4.448 222 | 0.453 592       | 1               | 4.448 222E+05 |
| 1 dina            | 1 E-5     | 1.019 71E-06    | 2.248 E0-6      | 1             |

**6.- Lecturas obtenidas durante la medición en el equipo bajo calibración.**

*Compresión*

| Fuerza , en<br>kN | Lectura del equipo bajo calibración, en: div |             |               |                |               |                |
|-------------------|--|-------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|                   | 0° / 1-Asc.                                  | 0° / 2-Asc. | 120° / 1-Asc. | 120° / 1-Desc. | 240° / 1-Asc. | 240° / 1-Desc. |
| 0.00              | -0.354 528                                   | -0.354 735  | -0.354 803    | -0.355 010     | -0.354 643    | -0.354 951     |
| 50.00             | -0.652 390                                   | -0.653 122  | -0.652 684    | -0.654 896     | -0.652 597    | -0.654 949     |
| 100.00            | -0.951 493                                   | -0.952 500  | -0.951 626    | -0.955 558     | -0.952 041    | -0.955 754     |
| 150.00            | -1.250 748                                   | -1.251 140  | -1.250 174    | -1.253 046     | -1.251 276    | -1.257 231     |
| 200.00            | -1.548 231                                   | -1.549 337  | -1.547 674    | -1.553 409     | -1.547 946    | -1.555 418     |
| 250.00            | -1.846 115                                   | -1.847 199  | -1.844 920    | -1.852 884     | -1.845 930    | -1.855 549     |
| 300.00            | -2.140 947                                   | -2.142 467  | -2.139 527    | -2.147 967     | -2.140 187    | -2.152 403     |
| 350.00            | -2.433 979                                   | -2.436 302  | -2.431 841    | -2.443 377     | -2.434 168    | -2.447 174     |
| 400.00            | -2.724 809                                   | -2.728 090  | -2.724 656    | -2.734 037     | -2.723 941    | -2.735 314     |
| 450.00            | -3.012 723                                   | -3.015 842  | -3.012 235    | -3.018 648     | -3.012 137    | -3.024 541     |
| 500.00            | -3.283 886                                   | -3.286 723  | -3.282 940    | -3.282 940     | -3.284 735    | -3.284 735     |
| 0.00              | -0.354 661                                   | -0.354 686  |               |                |               |                |

*Tracción*

| Fuerza , en<br>kN | Lectura del equipo bajo calibración, en: div |             |               |                |               |                |
|-------------------|--|-------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|                   | 0° / 1-Asc.                                  | 0° / 2-Asc. | 120° / 1-Asc. | 120° / 1-Desc. | 240° / 1-Asc. | 240° / 1-Desc. |
| 0.00              | -0.344 715                                   | -0.344 568  | -0.343 299    | -0.342 956     | -0.343 409    | -0.342 859     |
| 50.00             | -0.047 454                                   | -0.047 514  | -0.046 348    | -0.043 984     | -0.046 295    | -0.043 905     |
| 100.00            | 0.251 410                                    | 0.251 493   | 0.252 516     | 0.254 512      | 0.252 682     | 0.254 552      |
| 150.00            | 0.550 924                                    | 0.550 921   | 0.552 020     | 0.553 992      | 0.552 220     | 0.554 133      |
| 200.00            | 0.850 531                                    | 0.850 551   | 0.851 617     | 0.853 689      | 0.851 730     | 0.853 792      |
| 250.00            | 1.150 307                                    | 1.150 305   | 1.151 393     | 1.153 345      | 1.151 534     | 1.153 436      |
| 300.00            | 1.450 189                                    | 1.450 158   | 1.451 295     | 1.453 018      | 1.451 377     | 1.453 154      |
| 350.00            | 1.750 143                                    | 1.750 178   | 1.751 319     | 1.752 566      | 1.751 427     | 1.752 735      |
| 400.00            | 2.050 187                                    | 2.050 252   | 2.051 293     | 2.052 036      | 2.051 491     | 2.052 262      |
| 450.00            | 2.350 525                                    | 2.350 611   | 2.351 711     | 2.351 764      | 2.351 770     | 2.351 983      |
| 500.00            | 2.650 925                                    | 2.651 041   | 2.652 001     | 2.652 001      | 2.652 312     | 2.652 312      |
| 0.00              | -0.344 566                                   | -0.344 564  |               |                |               |                |

**7.- Propiedades metrológicas del equipo bajo calibración.**

*Compresión*

| Fuerza Aplicada<br>kN | Lectura promedio<br>div | Error de Reproducibilidad<br>% L | Error de Repetibilidad<br>% L | Error de Interpolación<br>% L | Error de cero<br>% ET | Error de Reversibilidad<br>% L | Error de Fluencia<br>% L | Incertidumbre del patrón<br>% L k=2 |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 50.00                 | -0.297 987              | 0.031                            | 0.176                         | -0.368                        | -----                 | 0.766                          | 0.028                    | 0.018                               |
| 100.00                | -0.597 195              | 0.096                            | 0.134                         | 0.162                         | -----                 | 0.640                          | 0.014                    | 0.018                               |
| 150.00                | -0.896 106              | 0.141                            | 0.021                         | 0.157                         | -----                 | 0.492                          | 0.009                    | 0.018                               |
| 200.00                | -1.193 442              | 0.070                            | 0.075                         | 0.000                         | -----                 | 0.553                          | 0.007                    | 0.018                               |
| 250.00                | -1.491 143              | 0.099                            | 0.059                         | -0.016                        | -----                 | 0.590                          | 0.006                    | 0.018                               |
| 300.00                | -1.785 781              | 0.095                            | 0.073                         | -0.095                        | -----                 | 0.579                          | 0.005                    | 0.018                               |
| 350.00                | -2.079 024              | 0.120                            | 0.102                         | -0.078                        | -----                 | 0.590                          | 0.004                    | 0.018                               |
| 400.00                | -2.370 323              | 0.041                            | 0.130                         | 0.020                         | -----                 | 0.438                          | 0.004                    | 0.018                               |
| 450.00                | -2.658 192              | 0.029                            | 0.109                         | 0.158                         | -----                 | 0.354                          | 0.003                    | 0.018                               |
| 500.00                | -2.929 634              | 0.067                            | 0.090                         | -0.082                        | -0.011                | 0.000                          | 0.003                    | 0.018                               |

No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]  
 100-AC-FO.024 Ver. 1.0 Ref. 100-AC-P.3.1.10

....Continuación

*Tracción*

| Fuerza Aplicada<br>kN | Lectura promedio<br>div | Error de Reproducibilidad<br>% L | Error de Repetibilidad<br>% L | Error de Interpolación<br>% L | Error de cero<br>% ET | Error de Reversibilidad<br>% L | Error de Fluencia<br>% L | Incertidumbre del patrón<br>% L k=2 |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| 50.00                 | 0.297 074               | 0.104                            | 0.070                         | 0.028                         | ----                  | 0.800                          | -0.019                   | 0.018                               |
| 100.00                | 0.596 000               | 0.052                            | 0.011                         | -0.024                        | ----                  | 0.324                          | -0.010                   | 0.018                               |
| 150.00                | 0.895 504               | 0.036                            | 0.017                         | 0.000                         | ----                  | 0.217                          | -0.006                   | 0.018                               |
| 200.00                | 1.195 079               | 0.028                            | 0.011                         | 0.001                         | ----                  | 0.173                          | -0.005                   | 0.018                               |
| 250.00                | 1.494 861               | 0.022                            | 0.010                         | 0.004                         | ----                  | 0.129                          | -0.004                   | 0.018                               |
| 300.00                | 1.794 732               | 0.017                            | 0.010                         | 0.002                         | ----                  | 0.098                          | -0.003                   | 0.018                               |
| 350.00                | 2.094 752               | 0.011                            | 0.005                         | 0.001                         | ----                  | 0.061                          | -0.003                   | 0.018                               |
| 400.00                | 2.394 784               | 0.013                            | 0.003                         | -0.004                        | ----                  | 0.032                          | -0.002                   | 0.018                               |
| 450.00                | 2.695 133               | 0.009                            | 0.002                         | -0.001                        | ----                  | 0.005                          | -0.002                   | 0.018                               |
| 500.00                | 2.995 549               | 0.014                            | 0.001                         | 0.001                         | 0.018                 | 0.000                          | -0.002                   | 0.018                               |

**8.- Incertidumbres asociadas a las propiedades metroológicas del equipo bajo calibración.**

*Compresión*

| Fuerza Aplicada<br>kN | $u$ Repetibilidad<br>% L | $u$ Reproducibilidad<br>% L | $u$ Resolución<br>% L | $u$ Histeresis<br>% L | $u$ Error / cero<br>% ET | $u$ Ec. / ajuste<br>% L | $u$ Fluencia<br>% L | $u$ Patrón<br>% L |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| 50.00                 | 8.8E-02                  | 2.4E-02                     | 9.7E-05               | 2.3E-01               | ----                     | 8.1E-01                 | 8.0E-03             | 8.8E-03           |
| 100.00                | 6.7E-02                  | 3.1E-02                     | 4.8E-05               | 1.9E-01               | ----                     | 2.5E-01                 | 4.0E-03             | 8.8E-03           |
| 150.00                | 1.0E-02                  | 4.2E-02                     | 3.2E-05               | 1.9E-01               | ----                     | 1.7E-01                 | 2.7E-03             | 8.8E-03           |
| 200.00                | 3.8E-02                  | 3.2E-02                     | 2.4E-05               | 1.8E-01               | ----                     | 1.2E-01                 | 2.0E-03             | 8.8E-03           |
| 250.00                | 2.9E-02                  | 3.7E-02                     | 1.9E-05               | 1.9E-01               | ----                     | 8.7E-02                 | 1.6E-03             | 8.8E-03           |
| 300.00                | 3.7E-02                  | 3.9E-02                     | 1.6E-05               | 2.0E-01               | ----                     | 7.4E-02                 | 1.3E-03             | 8.8E-03           |
| 350.00                | 5.1E-02                  | 5.0E-02                     | 1.4E-05               | 1.8E-01               | ----                     | 7.1E-02                 | 1.2E-03             | 8.8E-03           |
| 400.00                | 6.5E-02                  | 3.2E-02                     | 1.2E-05               | 1.4E-01               | ----                     | 6.3E-02                 | 1.0E-03             | 8.8E-03           |
| 450.00                | 5.5E-02                  | 2.7E-02                     | 1.1E-05               | 1.3E-01               | ----                     | 5.4E-02                 | 9.0E-04             | 8.8E-03           |
| 500.00                | 4.5E-02                  | 2.6E-02                     | 9.9E-06               | 0.0E+00               | 3.0E-03                  | 8.0E-02                 | 8.2E-04             | 8.8E-03           |

Caso A

| $U$ Expandida<br>% L |
|----------------------|
| 1.8E-01              |
| 1.5E-01              |
| 8.9E-02              |
| 1.0E-01              |
| 9.7E-02              |
| 1.1E-01              |
| 1.4E-01              |
| 1.5E-01              |
| 1.2E-01              |
| 1.1E-01              |

Caso C

| $U$ Expandida<br>% L |
|----------------------|
| 1.6E+00              |
| 5.1E-01              |
| 3.5E-01              |
| 2.7E-01              |
| 2.0E-01              |
| 1.8E-01              |
| 2.0E-01              |
| 1.9E-01              |
| 1.6E-01              |
| 1.9E-01              |

Caso B

| $U$ Expandida<br>% L |
|----------------------|
| 4.9E-01              |
| 4.1E-01              |
| 3.9E-01              |
| 3.8E-01              |
| 3.8E-01              |
| 4.1E-01              |
| 3.9E-01              |
| 3.1E-01              |
| 3.0E-01              |
| 1.1E-01              |

Caso D

| $U$ Expandida<br>% L |
|----------------------|
| 1.7E+00              |
| 6.4E-01              |
| 5.2E-01              |
| 4.5E-01              |
| 4.2E-01              |
| 4.4E-01              |
| 4.1E-01              |
| 3.4E-01              |
| 3.2E-01              |
| 1.9E-01              |

Tracción

| Fuerza Aplicada<br>kN | $u$ Repetibilidad<br>% L | $u$ Reproducibilidad<br>% L | $u$ Resolución<br>% L | $u$ Histéresis<br>% L | $u$ Error / cero<br>% ET | $u$ Ec. / ajuste<br>% L | $u$ Fluencia<br>% L | $u$ Patrón<br>% L |
|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| 50.00                 | 3.5E-02                  | 2.1E-02                     | 9.7E-05               | 2.3E-01               | -----                    | 2.7E-02                 | 5.5E-03             | 8.8E-03           |
| 100.00                | 5.4E-03                  | 1.5E-02                     | 4.8E-05               | 9.7E-02               | -----                    | 8.1E-03                 | 2.8E-03             | 8.8E-03           |
| 150.00                | 8.4E-03                  | 1.1E-02                     | 3.2E-05               | 6.4E-02               | -----                    | 5.6E-03                 | 1.8E-03             | 8.8E-03           |
| 200.00                | 5.3E-03                  | 6.9E-03                     | 2.4E-05               | 5.0E-02               | -----                    | 4.1E-03                 | 1.4E-03             | 8.8E-03           |
| 250.00                | 5.0E-03                  | 5.6E-03                     | 1.9E-05               | 3.8E-02               | -----                    | 2.9E-03                 | 1.1E-03             | 8.8E-03           |
| 300.00                | 5.0E-03                  | 3.9E-03                     | 1.6E-05               | 2.9E-02               | -----                    | 2.4E-03                 | 9.2E-04             | 8.8E-03           |
| 350.00                | 2.7E-03                  | 3.2E-03                     | 1.4E-05               | 1.8E-02               | -----                    | 2.3E-03                 | 7.9E-04             | 8.8E-03           |
| 400.00                | 1.7E-03                  | 4.0E-03                     | 1.2E-05               | 9.3E-03               | -----                    | 2.1E-03                 | 6.9E-04             | 8.8E-03           |
| 450.00                | 1.1E-03                  | 2.3E-03                     | 1.1E-05               | 2.3E-03               | -----                    | 1.8E-03                 | 6.1E-04             | 8.8E-03           |
| 500.00                | 5.2E-04                  | 4.3E-03                     | 9.6E-06               | 0.0E+00               | 5.3E-03                  | 2.7E-03                 | 5.5E-04             | 8.8E-03           |

| Caso A        | Caso C        | Caso B        | Caso D        |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $U$ Expandida | $U$ Expandida | $U$ Expandida | $U$ Expandida |
| % L           | % L           | % L           | % L           |
| 8.5E-02       | 1.0E-01       | 4.7E-01       | 4.8E-01       |
| 3.9E-02       | 4.2E-02       | 2.0E-01       | 2.0E-01       |
| 3.4E-02       | 3.6E-02       | 1.3E-01       | 1.3E-01       |
| 2.7E-02       | 2.8E-02       | 1.0E-01       | 1.0E-01       |
| 2.6E-02       | 2.6E-02       | 8.0E-02       | 8.0E-02       |
| 2.4E-02       | 2.5E-02       | 6.2E-02       | 6.2E-02       |
| 2.2E-02       | 2.3E-02       | 4.2E-02       | 4.3E-02       |
| 2.2E-02       | 2.3E-02       | 2.9E-02       | 2.9E-02       |
| 2.1E-02       | 2.1E-02       | 2.2E-02       | 2.2E-02       |
| 2.2E-02       | 2.3E-02       | 2.2E-02       | 2.3E-02       |

La norma ISO 376:2011 considera el uso de los transductores de fuerza, por medio de puntos calibrados o con ecuación de ajuste, y con la histéresis o sin ella. Esto resulta en cuatro casos posibles, en todos los cuales, se contemplan la **repetibilidad, reproducibilidad, error de cero, resolución, y la incertidumbre del patrón utilizado**, en la incertidumbre de medición (que llamaremos  $u_{comunes}$ ).

En adición con las incertidumbres anteriores, se deben considerar las siguientes fuentes, según sea el caso:

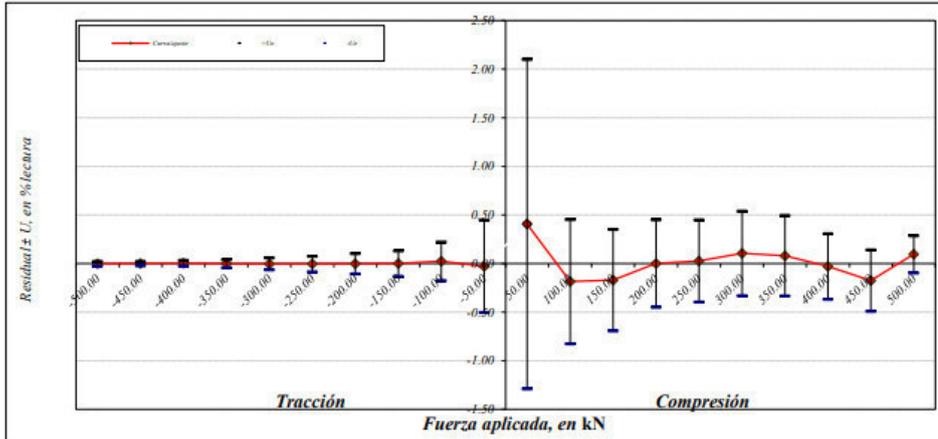
para uso en mediciones crecientes:

Caso A:  $u_{comunes} + u_{fluencia}$   
 Caso C:  $u_{comunes} + u_{ec/ajuste} + u_{fluencia}$

para uso en mediciones creciente y decrecientes:

Caso B:  $u_{comunes} + u_{histéresis}$   
 Caso D:  $u_{comunes} + u_{ec/ajuste} + u_{histéresis}$

9.- **Gráfica de Residual de la Ecuación de mejor ajuste e incertidumbre (caso D) Vs. Fuerza Aplicada.**



10.- **Tabla Informativa para clasificación del equipo calibrado, según propiedades metroológicas indicadas en hoja 4.**

| Clase | Errores relativos del equipo de fuerza bajo calibración |                       |                        |               |                       |                 | Incertidumbre de la fuerza de calibración aplicada<br>$k=2$<br>% |
|-------|---|-----------------------|------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|--|
|       | %   |                       |                        |               |                       |                 |  |
|       | Reproducibilidad<br>$b$                                 | Repetibilidad<br>$b'$ | Interpolación<br>$f_c$ | Cero<br>$f_0$ | Reversibilidad<br>$v$ | Fluencia<br>$c$ |  |
| 00    | 0.05  | 0.025                 | ± 0.025                | ± 0.012       | 0.07                  | 0.025           | ± 0.01   |
| 0.5   | 0.10  | 0.05                  | ± 0.05                 | ± 0.025       | 0.15                  | 0.05            | ± 0.02   |
| 1     | 0.20  | 0.10                  | ± 0.1                  | ± 0.05        | 0.30                  | 0.10            | ± 0.05   |
| 2     | 0.40  | 0.20                  | ± 0.1                  | ± 0.1         | 0.50                  | 0.20            | ± 0.1  |

Tabla con valores de los parámetros utilizados para clasificación de equipos, según Norma ISO 376: 2011.



## Anexo 03 – Ensayos de laboratorio



Confiabilidad, garantía y profesionalismo a su servicio

WWW.CITEMAC.COM

### CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71989

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 017051        |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO PATRON - COMPRESION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

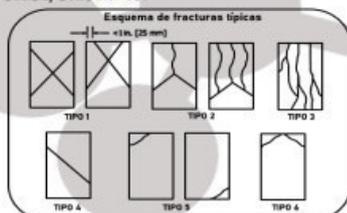
#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"

(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 48210              | 601.8  | 606.8                               | 2             | 101.1%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 48310              | 603.0  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 49310              | 615.5  |                                     | 3             |                  |

#### NOTAS:

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71993**

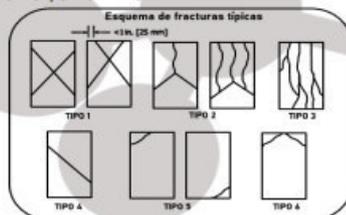
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 017051        |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO PATRON - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 12/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 53680              | 670.1  | 680.1                               | 3             | 113.4%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 55770              | 696.2  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 54010              | 674.2  |                                     | 1             |                  |

**NOTAS:**

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71997**

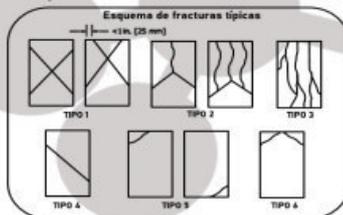
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 017051        |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO PATRON - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 12/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 09/11/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada F'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio F'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 28          | 80.11                   | 58440              | 729.5  | 724.0                               | 2             | 120.7%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 28          | 80.11                   | 58370              | 728.6  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 28          | 80.11                   | 57190              | 713.9  |                                     | 4             |                  |

NOTAS:

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71990**

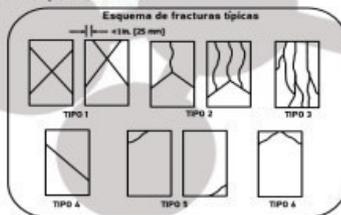
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17052         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 17/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 24/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4" x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 17/10/2023        | 7           | 80.11                   | 49570              | 618.8  | 613.9                               | 2             | 102.3%           |
| S.G.017051                           | 600   | 17/10/2023        | 7           | 80.11                   | 48960              | 611.2  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 17/10/2023        | 7           | 80.11                   | 49020              | 611.9  |                                     | 4             |                  |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71994**

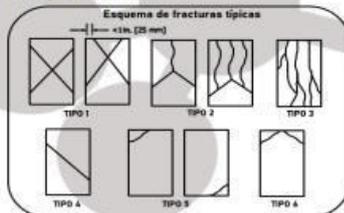
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17052         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 17/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 31/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4" x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 17/10/2023        | 14          | 80.11                   | 54190              | 676.4  | 688.4                               | 2             | 114.7%           |
| S.G.017051                           | 600   | 17/10/2023        | 14          | 80.11                   | 55850              | 697.2  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 17/10/2023        | 14          | 80.11                   | 55410              | 691.7  |                                     | 1             |                  |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



**Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya**  
**GERENTE TÉCNICO**  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-72160**

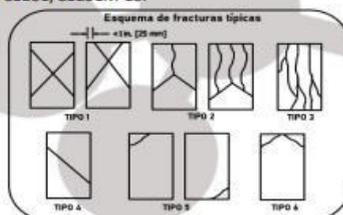
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17052         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 17/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'c= 600 kg/cm2, H5, H-67.   | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 14/11/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4" x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 17/10/2023        | 28          | 80.11                   | 59020              | 736.7  | 737.9                               | 3             | 123.0%           |
| S.G.017051                           | 600   | 17/10/2023        | 28          | 80.11                   | 58760              | 733.5  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 17/10/2023        | 28          | 80.11                   | 59560              | 743.5  |                                     | 3             |                  |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71987**

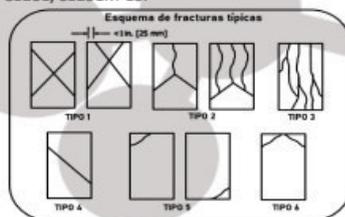
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17053         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 12/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4" x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 50130              | 625.8  | 624.7                               | 3             | 104.1%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 49860              | 622.4  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 50150              | 626.0  |                                     | 3             |                  |

**NOTAS:**

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71991**

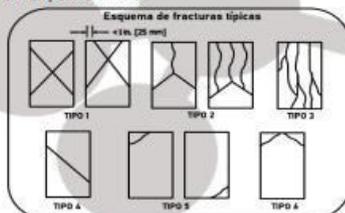
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17053         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 12/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'C= 600 kg/cm <sup>2</sup> , HS, H-67.  | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 57550              | 718.4  | 695.0                               | 2             | 115.8%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 54630              | 681.9  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 54850              | 684.7  |                                     | 2             |                  |

**NOTAS:**

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



*[Firma]*  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71995**

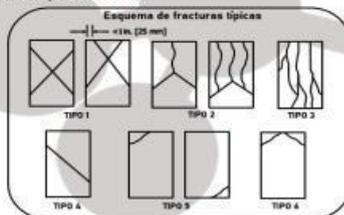
|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17053         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 09/11/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 28          | 80.11                   | 60250              | 752.1  | 757.5                               | 3             | 126.2%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 28          | 80.11                   | 60770              | 758.6  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 28          | 80.11                   | 61020              | 761.7  |                                     | 3             |                  |

NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71988**

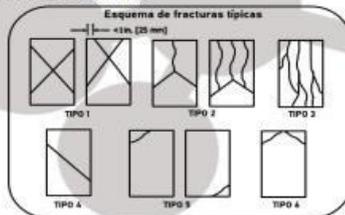
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17054         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 12/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4" x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 51020              | 636.9  | 636.1                               | 2             | 106.0%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 50850              | 634.8  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 7           | 80.11                   | 51010              | 636.7  |                                     | 1             |                  |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71992**

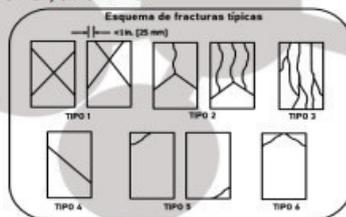
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17054         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 12/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'C= 600 kg/cm <sup>2</sup> , HS, H-67.  | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4" x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 56880              | 710.0  | 710.1                               | 2             | 118.3%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 56530              | 705.7  |                                     | 3             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 14          | 80.11                   | 57240              | 714.5  |                                     | 1             |                  |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
**Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya**  
**GERENTE TÉCNICO**  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71996**

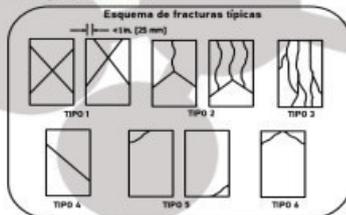
|                          |  |                          |               |
|--------------------------|--|--------------------------|---------------|
| <b>CLIENTE :</b>         | GERSON LLACTAS HILARIO   | <b>N° O. SERVICIO</b>    | 17054         |
| <b>OBRA :</b>            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | <b>GUÍA CAMIÓN</b>       | S.G.017051    |
| <b>DIRECCIÓN :</b>       | S/D  | <b>TÉCNICO</b>           | NILO ARGUMEDO |
| <b>ESTRUCTURA :</b>      | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - COMPRESION   | <b>FECHA DE MUESTREO</b> | 12/10/2023    |
| <b>TIPO DE PRODUCTO:</b> | F'C= 600 kg/cm <sup>2</sup> , HS, H-67.  | <b>FECHA DE ENSAYO</b>   | 09/11/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)

| Número de Muestra (Guía de Remisión) | Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (Kgf) | Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Tipo de Falla | Promedio f'c (%) |
|--------------------------------------|---|-------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--|-------------------------------------|---------------|------------------|
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 28          | 80.11                   | 62020              | 774.2  | 774.1                               | 3             | 129.0%           |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 28          | 80.11                   | 62140              | 775.7  |                                     | 2             |                  |
| S.G.017051                           | 600   | 12/10/2023        | 28          | 80.11                   | 61880              | 772.4  |                                     | 3             |                  |

**NOTAS:**

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
control.calidad@laboratorio-citemac.com  
administracion@laboratorio-citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-58840**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CLIENTE :        | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 031790        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097287       |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 4843               | 15.20                                       | 15.20                                     | 62.06                      | 64.63                                 | 6.34                               |
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 5190               | 15.20                                       | 15.20                                     | 66.50                      |                                       |                                    |
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 5098               | 15.20                                       | 15.20                                     | 65.33                      |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte



Ing. Edgar Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71346**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CUENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 031790        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 006-0294613   |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**

(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 6580               | 15.20                                       | 15.20                                     | 84.32                      | 85.34                                 | 8.37                               |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 6770               | 15.20                                       | 15.20                                     | 86.75                      |                                       |                                    |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 6630               | 15.20                                       | 15.20                                     | 84.96                      |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

**MR = PL/bh<sup>2</sup>**

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71949**

|                  |   |                  |               |
|------------------|---|------------------|---------------|
| CUENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO  | N° ORDEN:        | 031790        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097251       |
| DIRECCIÓN:       | S/D   | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 0.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION   |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.  | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |   | FECHA DE ENSAYO: | 9/11/2023     |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C78)**

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097251          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 7560               | 15.20                                       | 15.20                                     | 96.87                      | 98.60                                 | 9.67                               |
| 0097251          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 7880               | 15.20                                       | 15.20                                     | 100.97                     |                                       |                                    |
| 0097251          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 7644               | 15.20                                       | 15.20                                     | 97.95                      |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-58841**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CLIENTE :        | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 032163        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097275       |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097275          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 5120               | 15.20                                       | 15.20                                     | 65.61                      | 71.30                                 | 6.99                               |
| 0097275          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 6240               | 15.20                                       | 15.20                                     | 79.96                      |                                       |                                    |
| 0097275          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 5332               | 15.20                                       | 15.20                                     | 68.32                      |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG. CIP. 172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citamac.com  
administracion@citamac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71349**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CLIENTE :        | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 032163        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097287       |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097287          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 6880               | 15.20                                       | 15.20                                     | 88.16                      | 89.05                                 | 8.73                               |
| 0097287          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 6950               | 15.20                                       | 15.20                                     | 89.06                      |                                       |                                    |
| 0097287          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 7018               | 15.20                                       | 15.20                                     | 89.93                      |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71952**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CUENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 032163        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097275       |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 1.0% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm <sup>2</sup> , H5, H-67.  | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 9/11/2023     |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm <sup>2</sup> ) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm <sup>2</sup> ) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|---|--|------------------------------------|
| 0097275          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 7980               | 15.20                                       | 15.20                                     | 102.26                                  | 102.99   | 10.10                              |
| 0097275          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 8030               | 15.20                                       | 15.20                                     | 102.90                                  |  |                                    |
| 0097275          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 8101               | 15.20                                       | 15.20                                     | 103.81                                  |  |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-58842**

|                  |   |                  |               |
|------------------|---|------------------|---------------|
| CLIENTE :        | GERSON LLACTAS HILARIO  | N° ORDEN:        | 032159        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO FC=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097287       |
| DIRECCIÓN:       | S/D   | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION   |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.  | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |   | FECHA DE ENSAYO: | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**

(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 5290               | 15.20                                       | 15.20                                     | 67.79                      | 70.14                                 | 6.88                               |
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 5450               | 15.20                                       | 15.20                                     | 69.84                      |                                       |                                    |
| 0097287          | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 5681               | 15.20                                       | 15.20                                     | 72.80                      |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralto



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71348**

|                  |   |                  |               |
|------------------|---|------------------|---------------|
| CUENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO  | N° ORDEN:        | 032159        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO PC=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 006-0294613   |
| DIRECCIÓN:       | S/D   | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION   |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.  | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |   | FECHA DE ENSAYO: | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**  
(Norma de Ensayo ASTM C78)

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 8220               | 15.20                                       | 15.20                                     | 105.33                     | 105.23                                | 10.32                              |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 8340               | 15.20                                       | 15.20                                     | 106.87                     |                                       |                                    |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 8077               | 15.20                                       | 15.20                                     | 103.50                     |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71951**

|                   |  |                  |              |
|-------------------|--|------------------|--------------|
| CLIENTE:          | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 032159       |
| OBRA:             | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097251      |
| DIRECCIÓN:        | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUEDO |
| ESTRUCTURA:       | DISEÑO 1.5% FIBRA DE PIÑA - FLEXION  |                  |              |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm2, H5, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023   |
|                   |  | FECHA DE ENSAYO: | 9/11/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C78)**

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kg) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|-------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097251          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 8260              | 15.20                                       | 15.20                                     | 105.84                    | 106.55                                | 10.45                              |
| 0097251          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 8350              | 15.20                                       | 15.20                                     | 107.00                    |                                       |                                    |
| 0097251          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 8335              | 15.20                                       | 15.20                                     | 106.80                    |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralto



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-58839**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CUENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 031893        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 006-0294613   |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO PATRON - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 19/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO**

(Norma de Ensayo ASTM C78)

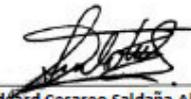
| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 4242               | 15.20                                       | 15.20                                     | 54.36                      | 58.99                                 | 5.79                               |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 5010               | 15.20                                       | 15.20                                     | 64.20                      |                                       |                                    |
| 006-0294613      | 12/10/2023        | 7           | 45.00                       | 4559               | 15.20                                       | 15.20                                     | 58.42                      |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG. CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71347**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CLIENTE :        | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 031893        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097251       |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO PATRON - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, H5, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 26/10/2023    |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C78)**

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097251          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 5450               | 15.20                                       | 15.20                                     | 69.84                      | 73.24                                 | 7.18                               |
| 0097251          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 5970               | 15.20                                       | 15.20                                     | 76.50                      |                                       |                                    |
| 0097251          | 12/10/2023        | 14          | 45.00                       | 5728               | 15.20                                       | 15.20                                     | 73.40                      |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71950**

|                  |  |                  |               |
|------------------|--|------------------|---------------|
| CLIENTE :        | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° ORDEN:        | 031893        |
| OBRA :           | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUIA CAMIÓN:     | 0097275       |
| DIRECCIÓN:       | S/D  | TÉCNICO:         | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA       | DISEÑO PATRON - FLEXION  |                  |               |
| TIPO DE PRODUCTO | F'c= 600 kg/cm2, H5, H-67.   | FECHA DE MOLDEO: | 12/10/2023    |
|                  |  | FECHA DE ENSAYO: | 9/11/2023     |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C78)**

| Guía de Remisión | Fecha de Muestreo | Edad (Días) | Luz Libre entre Apoyos (cm) | Carga Máxima (Kgf) | Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.) | Altura Promedio Testigo de Concreto (cm.) | Módulo de Rotura (Kgf/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2) | Módulo de Rotura de Promedio (MPa) |
|------------------|-------------------|-------------|-----------------------------|--------------------|---|---|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| 0097275          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 7086               | 15.20                                       | 15.20                                     | 90.80                      | 91.07                                 | 8.93                               |
| 0097275          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 7150               | 15.20                                       | 15.20                                     | 91.62                      |                                       |                                    |
| 0097275          | 12/10/2023        | 28          | 45.00                       | 7086               | 15.20                                       | 15.20                                     | 90.80                      |                                       |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h: Peralte



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

OFICINA PRINCIPAL  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

TELÉFONOS  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

E-MAILS  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64059**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17055         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 0.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm <sup>2</sup> , H5, H-67.  | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

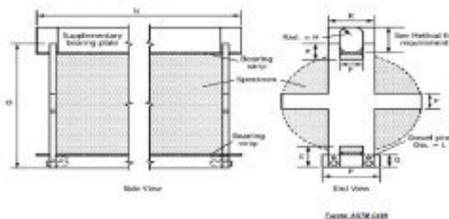
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|--|------------------------------------|
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 2724             | 27.13  | 27.88                              |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 2827             | 28.15  |                                    |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 28               | 28.36  |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71350**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17055         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 0.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

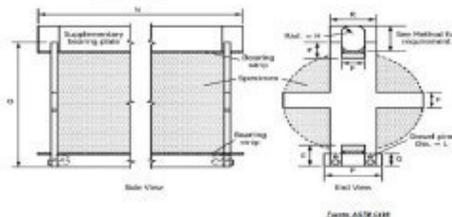
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm2) | Promedio f'c (Kg/cm2) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---|-----------------------|
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 4519             | 44.98   | 39.03                 |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 4080             | 40.70   |                       |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 3152             | 31.42   |                       |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71953**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17055         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 0.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm2, H5, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 9/11/2023     |

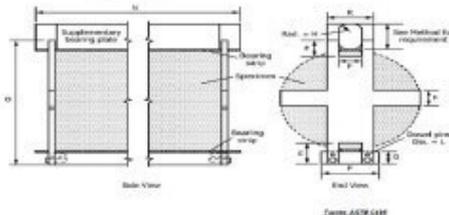
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm2) | Promedio f'c (Kg/cm2) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---|-----------------------|
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 4509             | 44.88   | 45.63                 |
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 4615             | 45.90   |                       |
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 4634             | 46.10   |                       |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64060**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17056         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.0% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F' C= 600 kg/cm2, HS, H-67.  | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

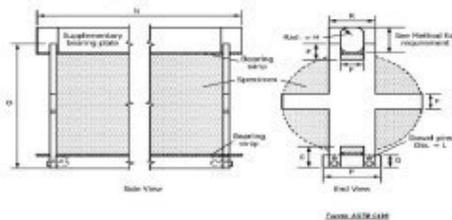
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm2) | Promedio f' c (Kg/cm2) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---|------------------------|
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 2854             | 28.46   | 28.83                  |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 2895             | 28.87   |                        |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 2928             | 29.17   |                        |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 KN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71351**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17056         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.0% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm <sup>2</sup> , H5, H-67.  | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

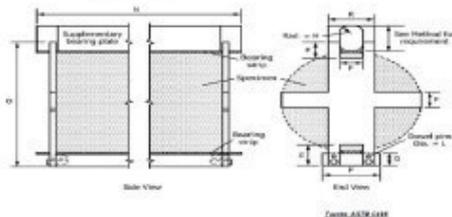
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|--|------------------------------------|
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 4406             | 43.86  | 43.14                              |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 4322             | 43.14  |                                    |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 4354             | 42.43  |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71954**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17056         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.0% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm <sup>2</sup> , HS, H-67.  | FECHA DE ENSAYO   | 9/11/2023     |

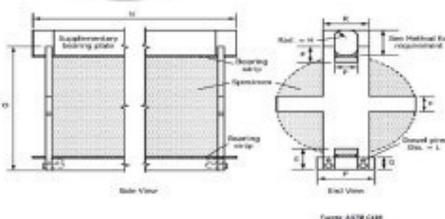
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

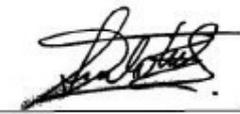
(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|--|------------------------------------|
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 4841             | 48.25  | 48.72                              |
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 4883             | 48.65  |                                    |
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 4938             | 49.27  |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citamac.com  
administracion@citamac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64061**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17057         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F' C= 600 kg/cm <sup>2</sup> , HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023    |

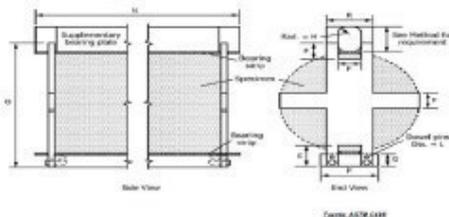
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|--|------------------------------------|
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 3152             | 31.42  | 31.11                              |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 3082             | 30.70  |                                    |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 3131             | 31.21  |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71352**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17057         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, H5, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

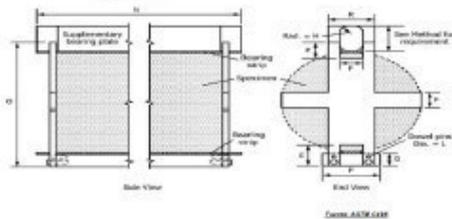
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

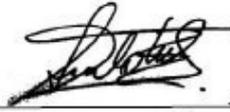
(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm2) | Promedio f'c (Kg/cm2) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---|-----------------------|
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 4644             | 46.31   | 44.79                 |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 4493             | 44.78   |                       |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 4347             | 43.28   |                       |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71955**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 17057         |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO DE MEZCLA 1.5% FIBRA DE PIÑA - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 9/11/2023     |

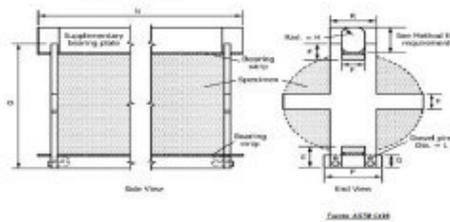
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm2) | Promedio f'c (Kg/cm2) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---|-----------------------|
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 5146             | 51.31   | 53.59                 |
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 5575             | 55.59   |                       |
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 5411             | 53.66   |                       |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64062**

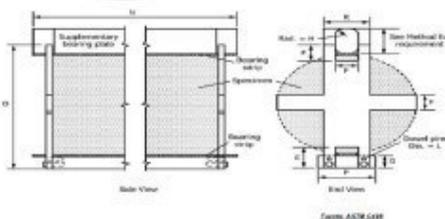
|                   |  |                   |              |
|-------------------|--|-------------------|--------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 017051       |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051   |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO PATRON - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023   |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'c= 600 kg/cm2, HS, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 19/10/2023   |

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm2) | Promedio f'c (Kg/cm2) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---|-----------------------|
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 2760             | 27.64   | 26.32                 |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 2548             | 25.40   |                       |
| 12/10/2023        | 7                     | 80.11                   | 2601             | 25.91   |                       |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
**Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya**  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71353**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 017051        |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO PATRON - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm2, H5, H-67.   | FECHA DE ENSAYO   | 26/10/2023    |

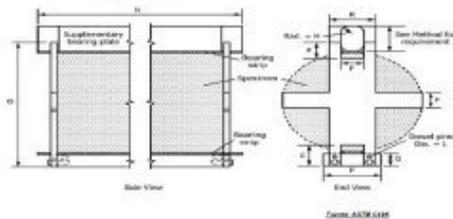
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm2) | Promedio f'c (Kg/cm2) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|---|-----------------------|
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 3282             | 32.64   | 36.17                 |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 3909             | 38.96   |                       |
| 12/10/2023        | 14                    | 80.11                   | 3705             | 36.92   |                       |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citemac.com  
administracion@citemac.com

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-71956**

|                   |  |                   |               |
|-------------------|--|-------------------|---------------|
| CLIENTE :         | GERSON LLACTAS HILARIO   | N° O. SERVICIO    | 017051        |
| OBRA :            | INFLUENCIA DE FIBRA DE HOJA DE PIÑA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=600KG/CM2 DE LA CANTERA CARAPONGO – ATE 2023 | GUÍA CAMIÓN       | S.G.017051    |
| DIRECCIÓN :       | S/D  | TÉCNICO           | NILO ARGUMEDO |
| ESTRUCTURA :      | DISEÑO PATRON - TRACCION   | FECHA DE MUESTREO | 12/10/2023    |
| TIPO DE PRODUCTO: | F'C= 600 kg/cm <sup>2</sup> , H5, H-67.  | FECHA DE ENSAYO   | 9/11/2023     |

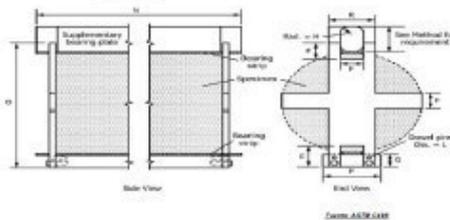
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"**

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

| Fecha de Muestreo | Edad de Ensayo (Días) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima(kg) | Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Promedio f'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------------|-----------------------|-------------------------|------------------|--|------------------------------------|
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 4493             | 44.78  | 45.39                              |
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 4573             | 45.49  |                                    |
| 12/10/2023        | 28                    | 80.11                   | 4616             | 45.90  |                                    |

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
Jr. Juan Castilla N° 732  
San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
CEL.: 992 733 975  
954 780 934

**E-MAILS**  
laboratorio@citmac.com  
administracion@citmac.com