

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
“BENEDICTO XVI”
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**FIBRA DE BAMBÚ Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN
CONCRETO SIMPLE ELABORADO EN SATIPO, 2025**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

Br. Miranda Ñaupari, Niko

<https://orcid.org/0009-0008-2330-5022>

ASESOR

Ms. Cárdenas Saldaña, Bryan Emanuel

<https://orcid.org/0000-0001-7882-5916>

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Infraestructura, edificaciones y construcción

TRUJILLO - PERÚ

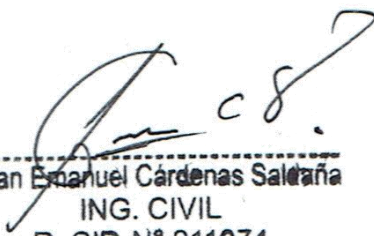
2026

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Mg. Ing. Henry Alexander Chipana Saldaña

Yo, Ms. Cárdenas Saldaña, Bryan Emanuel con DNI N° 71475477, como asesor del trabajo de investigación titulado **"FIBRA DE BAMBÚ Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SIMPLE ELABORADO EN SATIPO, 2025"**, desarrollado por el egresado Niko Miranda Ñaupari con DNI N° 70446973 del Programa de estudios Ingeniería Civil; considero que dicho trabajo reúne las condiciones técnicas y científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Estudiantes y de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo "Benedicto XVI" y en la normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
ING. CIVIL
R. CIP. N° 211074

Ms. Bryan Emanuel, Cárdenas Saldaña
DNI: 7147577
Asesor

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO. MONS. GILBERTO ALFREDO VIZCARRA MORI, S.J.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DR. MARCOANTONIO PACHERRES TORREJÓN

Rector de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DRA. SILVIA ANA VALVERDE ZAVALA

Vicerrectora Académica

DRA. GINA GENARA ZAVALA ESPEJO

Vicerrectora de Investigación

MG. HENRY ALEXANDER CHIPANA SALDAÑA

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARÍN

Secretaria General

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a una gran mujer que, con sus enseñanzas, me guio por el camino correcto y me brindó las herramientas necesarias para afrontar los desafíos de la vida y alcanzar mis metas. A ti, madrecita Espirita Ñaupari Castro, quien siempre será un ejemplo de fortaleza, amor y sabiduría. Que Dios te tenga en su gloria.

Asimismo, les dedico este logro a todas aquellas personas que, a pesar de las adversidades, nunca dejaron de creer en mí y me brindaron su apoyo incondicional en cada etapa de este camino. En especial, a mis tíos, primos y hermana, quienes con sus palabras de aliento y confianza fueron una motivación constante para seguir adelante.

A mi hija Xiomara, quien llegó a mi vida en el momento menos esperado, pero se convirtió en mi mayor fuente de inspiración y fortaleza. Gracias a ti encontré las fuerzas necesarias para no rendirme y continuar luchando por mis sueños hasta alcanzar esta importante meta: culminar mis estudios profesionales.

Br Niko Miranda Ñaupari

Autor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida y guiar mis pasos día a día. Aunque los caminos de la vida suelen ser difíciles, su voluntad, benevolencia y sabiduría me permitieron afrontar nuevos desafíos, perseverar y no desistir en el logro de mis metas.

A mis tíos, tías, hermana e hija, les agradezco profundamente por estar siempre presentes de una u otra manera, brindándome motivación para no rendirme y continuar adelante con este proyecto.

A mis demás familiares, también quiero expresarles mi sincero agradecimiento, ya que cada uno aportó su granito de arena para que no dejara de lado este objetivo. Sus consejos y palabras de aliento influyeron positivamente en mi decisión de seguir adelante y perseverar hasta alcanzar esta meta.

Br Niko Miranda Ñaupari

Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Niko Miranda Ñaupari** , con **DNI N.º 70449673**, egresado del **Programa de estudios Ingeniería civil** de la **Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”**, doy fe de que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos establecidos por la **Facultad de Ingeniería y Arquitectura** para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **"FIBRA DE BAMBÚ Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SIMPLE ELABORADO EN SATIPO, 2025"**, el cual consta de un total de **107 páginas**, incluyendo 37 tablas y 9 figuras y **41 páginas de anexos**.

Dejo constancia de la **originalidad y autenticidad** de la mencionada investigación y declaro, bajo juramento y en cumplimiento de los principios éticos, que el contenido del documento es **de mi exclusiva autoría** en cuanto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están debidamente sustentados en fuentes bibliográficas, asumiendo la responsabilidad de cualquier omisión involuntaria en la citación de autores.

En este sentido, declaro que el uso de herramientas de inteligencia artificial en el presente trabajo se ha limitado exclusivamente a la mejora de la redacción y corrección de errores gramaticales y sintácticos, sin que ello haya influido en la generación del contenido, análisis o interpretación de los resultados de la investigación.

Del mismo modo, reconozco que cualquier vulneración a los derechos de autor derivada del presente trabajo será de mi exclusiva responsabilidad, asumiendo las consecuencias académicas y legales que pudieran derivarse conforme a la normativa vigente.

El autor



Br. Niko Miranda Ñaupari

DNI N°70446973

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	2
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	6
ÍNDICE.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. METODOLOGÍA.....	27
2.1. Enfoque y tipo	27
2.2. Diseño de investigación.....	27
2.3. Población y muestra	28
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	29
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	29
2.6. Aspectos éticos en investigación	30
III. RESULTADOS	31
IV. DISCUSIÓN.....	57
V. CONCLUSIONES.....	59
VI. RECOMENDACIONES	61
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resultados de los ensayos de Resistencia a la Compresión (RC).....	31
Tabla 2 Resultados del ensayo de RC sin y con 0.5% FB los 7 días.	32
Tabla 3 Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 7 días.	33
Tabla 4 Prueba de Homogeneidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 7 días.	34
Tabla 5 Prueba de ANOVA a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 7 días.	34
Tabla 6 Resultados del ensayo de RC sin y con 0.5% FB los 14 días.	35
Tabla 7 Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 14 días.	36
Tabla 8 Prueba Kruskal-Wallis a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 14 días.	37
Tabla 9 Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Wallis	37
Tabla 10 Resultados del ensayo de RC sin y con 0.5% FB los 28 días.	37
Tabla 11 Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 28 días.	39
Tabla 12 Prueba de Homogeneidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 28 días.	40
Tabla 13 Prueba de ANOVA a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 14 días.	40
Tabla 14 Resultados del ensayo de RC sin y con 1% FB los 7 días.	41
Tabla 15 Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 7 días.	42
Tabla 16 Prueba de Homogeneidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 7 días.	43
Tabla 17 Prueba de ANOVA a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 7 días.	43
Tabla 18 Resultados del ensayo de RC sin y con 1% FB los 14 días.	44
Tabla 19 Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 14 días.	45
Tabla 20 Prueba Kruskal-Wallis a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 14 días.	45

Tabla 21 <i>Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Walls</i>	46
Tabla 22 <i>Resultados de RC de las muestras de concreto sin y con fibra de bambú al 1% a los 28 días.</i>	46
Tabla 23 <i>Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 28 días.</i>	47
Tabla 24 <i>Prueba de Homogeneidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 28 días.</i>	48
Tabla 25 <i>Prueba de ANOVA a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 28 días.</i>	49
Tabla 26 <i>Resultados del ensayo de RC sin y con 1.5% FB los 7 días.</i>	49
Tabla 27 <i>Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 7 días.</i>	51
Tabla 28 <i>Prueba Kruskal-Walls a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 7 días.</i>	51
Tabla 29 <i>Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Walls</i>	51
Tabla 30 <i>Resultados de RC de las muestras de concreto sin y con fibra de bambú al 1.5% a los 14 días.</i>	52
Tabla 31 <i>Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 14 días.</i>	53
Tabla 32 <i>Prueba Kruskal-Walls a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 14 días.</i>	54
Tabla 33 <i>Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Walls</i>	54
Tabla 34 <i>Resultados del ensayo RC sin y con 1.5% FB los 28 días.</i>	54
Tabla 35 <i>Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 28 días.</i>	55
Tabla 36 <i>Prueba Kruskal-Walls a a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 28 días.</i>	56
Tabla 37 <i>Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Walls</i>	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Gráfico muestra patrón vs muestra 0.5% FB a los 7 días.</i>	32
Figura 2	<i>Gráfico muestra patrón vs muestra 0.5% FB a los 14 días.</i>	35
Figura 3	<i>Gráfico muestra patrón vs muestra 0.5% FB a los 28 días.</i>	38
Figura 4	<i>Gráfico muestra patrón vs muestra 1% FB a los 7 días.</i>	41
Figura 5	<i>Gráfico muestra patrón vs muestra 1% FB a los 14 días.</i>	44
Figura 6	<i>Gráfico muestra patrón vs muestra 1% FB a los 28 días.</i>	46
Figura 7	<i>Gráfico muestra patrón vs muestra 1.5% FB a los 7 días.</i>	50
Figura 8	<i>Gráfico muestra patrón vs muestra 1.5% FB a los 14 días.</i>	52
Figura 9	<i>Gráfico muestra patrón vs muestra 1.5% FB a los 28 días.</i>	54

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal “Determinar la influencia de la fibra de bambú en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025”. La metodología utilizada fue de enfoque cuantitativo, debido a que se basa en la recolección y análisis de datos numéricos, fue una investigación tipo experimental, dado que se manipulan variables en condiciones controladas para observar su resultado. La población de esta investigación hizo referencia al diseño de mezclas de concreto de resistencia nominal de 210 kg/cm², a la cual se le adicionó diferentes proporciones de fibra de bambú 0.5%; 1.0% y 1.5% para posteriormente ser comparada con muestras de concreto que no contienen fibra de bambú, evaluando la resistencia a la compresión en las distintas edades del concreto 7, 14 y 28 días. Los resultados mostraron un aumento de la resistencia a la compresión de 275.40 kg/cm² con una proporción de 1.5 % de fibra de bambú, favorable comparada con la muestra patrón sin adición de fibra de bambú la cual obtuvo una resistencia a la compresión de 244.80 kg/cm² a los 28 días para ambas muestras. Seguidamente los datos obtenidos fueron analizados, procesados con el software SPSS, cabe precisar que los resultados estadísticos obtenidos se evidenciaron que al menos una de las muestras para edad analizada y cada proporción adicionada de la fibra de bambú, tuvo incidencia significativa sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm².

Palabras claves: fisuras, contracción por secado, concreto de 210 kg/cm², fibra de bambú.

ABSTRACT

The primary objective of this research was to determine the influence of bamboo fiber on the compressive strength of plain concrete produced in Satipo (2025). A quantitative methodology was employed, as the study relied on the collection and analysis of numerical data; furthermore, it was an experimental study, involving the manipulation of variables under controlled conditions to observe the outcomes. The study focused on concrete mix designs with a nominal strength of 210 kg/cm² to which bamboo fiber was added in varying proportions (0.5%, 1.0%, and 1.5%). These mixtures were then compared against concrete samples containing no bamboo fiber, with compressive strength evaluated at 7, 14, and 28 days of curing. The results showed an increase in compressive strength to 275.40 kg/cm² with a 1.5% bamboo fiber proportion—a favorable result compared to the control sample (with no bamboo fiber added), which achieved a compressive strength of 244.80 kg/cm² at 28 days. Subsequent statistical analysis using SPSS software demonstrated that, for the age analyzed and each bamboo fiber proportion added, at least one of the samples had a significant effect on the compressive strength of the concrete ($f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$).

Keywords: cracks, drying shrinkage, 210 kg/cm² concrete, bamboo fiber.

I. INTRODUCCIÓN

Sin lugar a dudas, el material constructivo más utilizado en todo el planeta, debido a su versatilidad, durabilidad, gran capacidad de adoptar todo tipo de formas y estructuras. Este material enfrenta desafíos en la capacidad a la tracción, gran porosidad, desarrollo de fractura, baja resistencia al impacto, lo cual compromete su integridad y durabilidad. El problema se intensifica en el concreto con resistencias bajas o moderadas, como la variedad de 210 kg/cm² que a menudo se utiliza en proyectos más pequeños.

Las construcciones de hormigón pueden experimentar fallos o deterioros que modifican su composición interna y su rendimiento. Algunos de estos problemas pueden existir desde su diseño o edificación, otros pueden haber surgido en alguna fase de su ciclo de vida, y algunos pueden ser el resultado de incidentes. (Silva, s.f)

De acuerdo con, (García, 2020) los principales problemas del concreto se encuentran en la durabilidad, el nivel de deterioro en las estructuras, afectando tanto su aspecto como su resistencia y sus propiedades tanto físicas como químicas. Uno de los problemas más frecuentes y generalmente se originan por la contracción del concreto durante el proceso de curado, o por variaciones de temperatura o sobreelevaciones de carga, son las grietas que pueden ser tanto estructurales como superficiales, (Rocha & Ocrospoma, 2024). Las cuales comprometen la fortaleza estructural del concreto, y facilitan la penetración de elementos perjudiciales, afectando adversamente sus características de durabilidad.

En el contexto peruano, más del 20% de las quejas registradas en el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) son debido a las estructuras de concreto con presencia de grietas. El agrietamiento representa en promedio el 21% de manifestaciones patológicas en estructuras de concreto arquitectónico (Sotomayor, 2020).

El concreto armado se sitúa condicionado por las alteraciones ocasionadas por los procesos fisicoquímicos y biológicos que, entre otros mecanismos de agresión, incluyen el avance de los cloruros, la carbonatación del concreto y la corrosión del acero, la reacción álcali-agregado y los efectos térmicos, e incluso el biodeterioro, en el caso del concreto, por las propias bacterias (Ortiz et al. (2025).

Según García (2020) para reducir las complicaciones que causan las reacciones químicas en los agregados y el entorno ambiental agresivo, dado que no se puede modificar por completo debido a las propiedades del material y la región, es fundamental llevar un seguimiento para controlar los ataques físicos y químicos. Una manera de

contrarrestar esta situación ha sido con el uso de diversos aditivos con el propósito de potenciar la durabilidad del concreto en diferentes circunstancias. Estos aditivos optimizan la fortaleza del concreto y prolongan la duración de las construcciones, ofreciendo la mejor protección y asegurando la estabilidad y la apariencia a lo largo del tiempo. De la misma manera, (Barco et al (2023) manifiestan que el concreto no solo se basa en los componentes habituales que constituyen el aglomerante, sino también en la incorporación de aditivos para potenciar sus características, tanto mecánicas como físicas.

La función de los aditivos es la de mejorar las propiedades del hormigón, ya sea en estado fresco o en estado endurecido, los aditivos a los que hacemos referencia se relacionan con el asentamiento, con la reducción de la cantidad de agua, el incremento de la resistencia en etapas iniciales o la reducción del peso específico del hormigón, hay diferentes tipos de aditivos los cuales se relacionan con el efecto a potenciar del hormigón, siendo los aditivos de tipo superplastificantes los que permiten la obtención de hormigones de alta resistencia (psiconcreto.com, 2020).

Sin embargo, debido a la concientización ambiental se ha querido implementar el uso de fibras naturales como alternativa en la mejora de las propiedades mecánicas del concreto. Las fibras naturales poseen bajo peso, coste y mayor resistencia, como refuerzo en el concreto. Investigaciones pasadas y recientes han mostrado que la fibra de bambú puede ser una alternativa atractiva debido a sus propiedades mecánicas y sostenibilidad.

El bambú es una planta de rápido crecimiento, abundante en regiones tropicales como Perú, y que tiene una resistencia a la tracción muy similar a la del acero. Este fenómeno ha permitido que se estudie como recurso renovable y sostenible en diversas aplicaciones de ingeniería civil. Cabe resaltar que el distrito de Satipo, ubicada en la selva central peruana es una región caracterizada por la disponibilidad de recursos naturales de origen local, esta zona de la selva peruana donde el uso de materiales locales y sostenibles cobra especial relevancia. La amplia disponibilidad del bambú en esta región de selva peruana, los posiciona como un recurso natural en el que viendo el alto potencial para su empleo en el sector de la construcción y teniendo las ventajas que ofrecen tanto en términos de sostenibilidad ambiental como de rentabilidad.

Ante la creciente necesidad de incorporar prácticas sostenibles en la construcción, se han realizado en los últimos años investigaciones sobre los beneficios prometedores de las fibras de bambú en las propiedades del concreto, estos estudios han mostrado resultados prometedores en términos de resistencia del hormigón y corrigiendo la

inevitable fractura frágil, razón está de ahondar un poco más en torno a el efecto de la fibra de bambú como un aditivo en concretos de 210 kg/cm².

En este sentido, la fibra de bambú, abundante en la región de Junín, surge como un candidato ideal debido a su resistencia mecánica, sostenibilidad y bajo costo. A sí mismo, se puede mencionar que esta propuesta guarda relación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la cuales promovidos por la organización de las naciones unidas (ONU), al incentivar y promover el empleo de materiales ambientalmente sostenible. Particularmente se vincula con el ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura, e impulsar una propuesta innovadora en el ámbito de los materiales de construcción, utilizando fibra de bambú como refuerzo en mezclas de concreto. Este enfoque impulsa el desarrollo de nuevas soluciones constructivas más sostenibles, fomentando la investigación aplicada y la mejora de infraestructura con materiales no convencionales.

Asimismo, se vincula con el ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, al incentivar la adopción de prácticas de construcción sostenibles que contribuyen a la protección del medio ambiente y pueden implementarse en edificaciones residenciales y obras civiles, especialmente en zonas como Satipo. El uso de bambú, un recurso natural abundante en la región favorece el desarrollo de infraestructuras más accesibles, resilientes y sostenibles.

Con estas actividades, la investigación cumple también con el ODS 12: Producción y consumo responsables: alentar el uso eficaz de los recursos naturales y disminuir la dependencia de materiales industriales muy contaminantes. El aprovechamiento de la fibra de bambú permite reducir el impacto medioambiental de la construcción alienta formas de producción más sostenibles.

De igual forma, también se relaciona con el ODS 13: Acción por el clima, debido a que promueve el uso del empleo de los materiales naturales, el cual contribuye a disminuir el impacto ambiental que se genera por la industria de la construcción tradicional. El bambú es una planta de rápido crecimiento que capta carbono y requiere menos procesado industrial.

Por consiguiente, la presente investigación se plantea la siguiente interrogante en relación con el problema general. ¿Cuál es la influencia de la fibra de bambú en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025? De igual manera se plantea los problemas específicos.

¿Cuál es la influencia de la fibra de bambú al 0.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025?

¿Cuál es la influencia de la fibra de bambú al 1% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025?

¿Cuál es la influencia de la fibra de bambú al 1.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025?

Esta investigación se justifica desde el punto teórico, debido a que se tiene como propósito hacer crecer el conocimiento existente sobre el comportamiento mecánico del concreto reforzado por fibras naturales, en este caso, la fibra de bambú. En la literatura actual, la adición de fibras (de acero o sintéticas) mejora propiedades o características como la resistencia a la tracción, ductilidad y control de fisuración del concreto. Sin embargo, el uso de fibras naturales como el bambú aún presenta vacíos en cuanto a su comportamiento en la resistencia a la compresión, especialmente en contextos locales como Satipo, donde el bambú es un recurso abundante. además, este estudio permitirá complementar teorías existentes sobre refuerzo de concreto mediante fibras, incorporando el uso de materiales sostenibles y ecológicos.

De igual forma, se podrá evaluar experimentalmente si la fibra de bambú genera mejoras, disminuciones o comportamientos neutros en la resistencia a la compresión. A su vez que aportará evidencia científica local, considerando condiciones propias de materiales, clima y elaboración en Satipo y podrá generar nuevos criterios técnicos sobre porcentajes óptimos de adición (0.5%, 1% y 1.5%). En ese sentido, la investigación no solo reafirma teorías sobre refuerzo con fibras, sino que también las adapta y potencialmente las modifica al introducir una alternativa natural, biodegradable y de bajo costo.

Desde el enfoque práctico, por tener un alto valor aplicado, ya que propone una alternativa innovadora y sostenible para mejorar el concreto simple mediante el uso de fibra de bambú. Evidenciándose en el aprovechamiento de recursos locales: Satipo cuenta con abundancia de bambú, lo que permite reducir costos de producción y fomentar el uso de materiales regionales. En la reducción del impacto ambiental: ya que el uso de fibra natural disminuye la dependencia de materiales industriales contaminantes. En la mejora potencial de propiedades del concreto: Si se demuestra un incremento en la resistencia o un mejor comportamiento estructural, podría adoptarse en obras civiles locales. En la aplicación en construcción rural y urbana: Puede utilizarse en viviendas, pavimentos, elementos estructurales simples, entre otros. Como base para futuras normativas o

innovaciones: Los resultados pueden servir como antecedente técnico para futuras investigaciones o normas de construcción con materiales sostenibles.

Por esta razón, se plantea el objetivo general. Determinar la influencia de la fibra de bambú en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025. Mientras que los objetivos específicos son:

Determinar la influencia de la fibra de bambú al 0.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.

Determinar la influencia de la fibra de bambú al 1% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.

Determinar la influencia de la fibra de bambú al 1.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.

En concordancia se plantea la hipótesis general: La adición de fibra de bambú influye significativamente en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo en el año 2025. De igual manera las hipótesis específicas.

- Existe influencia significativa de la fibra de bambú al 0.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.

- Existe influencia significativa de la fibra de bambú al 1% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.

- Existe influencia significativa de la fibra de bambú al 1.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.

Antecedentes Internacionales:

En Etiopía, Asres (2026) durante su investigación que lleva por nombre efecto de la fibra de bambú en las propiedades mecánicas del hormigón a largo plazo. El propósito principal se centró en analizar cómo la FB influye en el desempeño duradero del hormigón, examinando el hundimiento, la densidad, la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción por división, la resistencia a la flexión, la fragilidad, las fisuras, las tendencias y las relaciones entre propiedades mecánicas. La metodología se consistió en evaluar muestras de hormigón que contenían entre un 0% y un 1% de FB en volumen a lo largo de 365 días. Las mediciones del ancho de las fisuras y el análisis de regresión se realizaron a través de los programas ImageJ y RStudio, respectivamente. Los resultados indicaron que mayores cantidades de fibra de bambú llevaron a una disminución en la trabajabilidad, la densidad y las propiedades mecánicas del hormigón. No obstante, una concentración ideal de fibra de bambú del 0.25% incrementó la resistencia a la tracción a la ruptura en un 21.74% y la resistencia a la flexión en un

12.13%, lo que permitió una disminución de casi el 20% en el grosor de la losa del nivel inferior. La tendencia mostró que las características mecánicas mejoraron en un plazo de 365 días; sin embargo, la tasa de crecimiento se redujo a medida que el tiempo avanzaba. El hormigón con fibra de bambú exhibió mayores resistencias a la fisuración y a la flexión en sus primeras etapas; sin embargo, un aumento en la cantidad de fibra disminuyó estas resistencias en comparación con el hormigón convencional. Una función exponencial describe la conexión entre las propiedades mecánicas. Por lo tanto, es importante promover el uso de fibra de bambú en la construcción de hormigón, ya que es un material que respeta el medio ambiente y es sostenible.

En Malaysia, Osmi et al. (2024) llevaron a cabo una investigación centrada en encontrar el comportamiento mecánico del concreto de grado M20 cuando se añade fibras de *Bambusa vulgaris* a la mezcla. Para este fin, prepararon mezclas que contenían 0.5 %, 1.0 % y 1.25 % de fibras de bambú, así como una mezcla de referencia, es decir, que no se incorporaron fibras en la mezcla. También se realizó un análisis del comportamiento del concreto tanto en estado fresco como en estado endurecido, los cuales se realizaron en el rango de 7 a 28 días de curado. Los resultados mostraron que la adición de las fibras de bambú mejoró el comportamiento mecánico del concreto, lo que se tradujo en un incremento tanto de la resistencia a la compresión como de la resistencia a la tracción. Se observó que la dosificación de 0.5 % era la que tenía mejor comportamiento, lo que evidenció el potencial que tiene el residuo vegetal para conseguir concretos que tengan una mejor resistencia mecánica y a su vez respetando el aspecto medioambiental. Las muestras con porcentaje óptimo fue la de 0.5% de fibra de bambú. Se finaliza este estudio que proporcionó datos importantes sobre el potencial del BF para mejorar la durabilidad del concreto, lo que a su vez transforma la gran cantidad de cultivos indeseables al transformar los desechos en un nuevo tipo de concreto ecológico y sostenible.

En Indonesia, Aryanto y Muliohardjo (2023) llegaron a realizar esta investigación con la finalidad de ver el comportamiento de la incorporación de la fibra macro-sintética de polipropileno sobre el comportamiento de las propiedades mecánicas como también la fisuración debido a la contracción en el secado del concreto autocompactante (SCC). Utilizando una metodología cuantitativa, se evaluaron mezclas de SCC con distintos contenidos de fibra de polipropileno (0.25, 0.5, 0.75 y 1.0% en volumen) a través de pruebas de flujo de asentamiento, J-Ring, V-Funnel, compresión y tracción. Los hallazgos mostraron que al agregar la fibra se retrasa la formación de grietas por secado en comparación con el SCC sin fibra, aunque redujo la trabajabilidad y el módulo de

elasticidad del concreto. Específicamente, la resistencia a la compresión disminuyó entre un 5.7 y un 14.6%, mientras que la resistencia a la tracción se incrementó entre un 3.2 y un 34.6%. Entre las principales conclusiones se determinó que la fibra de polipropileno contribuye a mejorar la capacidad de resistencia a la tracción y a controlar el agrietamiento, presentándose fisuras finas durante un período comprendido entre los 4 y 12 días.

En China, Ahmad et al. (2023) elaboraron un estudio que tuvo como objetivo del estudio fue analizar las propiedades estructurales del concreto reforzado con fibras de bambú. Se llevó a cabo una revisión cuantitativa para evaluar propiedades como la fluidez, capacidad de tensión, patrones de falla y morfología, así como el rendimiento en temperaturas elevadas y la durabilidad del concreto reforzado. Los resultados mostraron que, aunque las fibras de bambú disminuyen la fluidez del concreto, incrementan la resistencia a la tracción y mejoran la capacidad de evitar fallas frágiles. Se destacó que el porcentaje óptima de fibras de bambú variaba entre el 1 y el 1.5% en peso del cemento. La conclusión del estudio señaló que las fibras de bambú tienen la capacidad de aumentar de manera notable las propiedades mecánicas del concreto, especialmente en tensión y flexión, aunque no influyeron sustancialmente en la resistencia a la compresión. Se recomendó investigar más sobre los tratamientos de las fibras para mejorar su compatibilidad y desempeño dentro del concreto.

En Ecuador, Bernal y Jarrín (2021) acerca de la implementación de la fibra vegetal (bambú) en hormigón armado, realizado en la Universidad del Azuay, cuyo objetivo principal y en el cual utilizaron bambú (guadua), como refuerzo en las viguetas de hormigón. Para ello, construyeron diversos tipos de viguetas, encontrándose además los elementos de hormigón armado convencional, viguetas sin refuerzo y viguetas con refuerzo combinado de bambú guadua y acero que les permitiese comparar el comportamiento cuando son solicitados con esfuerzos de flexión. Al término de las pruebas, los autores trabajaron sobre las ventajas e inconvenientes que presenta el uso del bambú como material de refuerzo y asumieron el desempeño estructural y el potencial en cuanto a su aplicación en los sistemas constructivos. La metodología con la que se trabajó fue la siguiente: se realizó la elaboración de armaduras para cada viga, la confección de armaduras de acero, la hibridación de armaduras de acero y de bambú, la confección de armaduras de bambú con tablillas, la elaboración de armaduras de cables de bambú (guadua), la obtención de la esterilla de bambú (guadua), la obtención de la fibra de bambú, el trenzado de cables de bambú (guadua), la dosificación a la hora de hacer las

muestras de hormigón, la realización de los ensayos a las muestras. Se concluyó que el bambú en forma de tablilla y en forma de trenzado da la misma R que el hormigón en los refuerzos por flexión y que el trenzado de bambú es la mejor solución para darle solución a los problemas de adherencia.

Nacional:

Según (Paredes, 2026) en su estudio llamado Fibra de bambú y la capacidad de resistir fuerzas de aplastamiento de un concreto simple en Cusco, el objetivo central fue determinar cómo las fibras de bambú influyen en la capacidad de resistir fuerzas de aplastamiento de un concreto simple en Cusco, analizando adiciones de 2%, 3% y 5% en sustitución del cemento. Para ello, su enfoque metodológico implicó la creación de muestras de concreto con y sin fibra de bambú, ensayadas a los 7, 14 y 28 días de curadas, a los cuales se le aplicaron pruebas estadísticas de normalidad, homogeneidad y análisis de varianza (ANOVA). Los hallazgos indicaron que todas las pruebas sobrepasaron los valores mínimos, En consecuencia, se determinó que la incorporación de fibras de bambú tiene una incidencia importante sobre la capacidad de resistir fuerzas de aplastamiento en el concreto, evidenciándose que mayores porcentajes de adición se asocian con una reducción de esta propiedad mecánica.

En Yurimaguas, Briceño y Castro (2024) investigaron las características físicas y mecánicas del concreto con una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al añadir fibras de bambú en ciertas proporciones. El objetivo principal fue evaluar cómo estas fibras influían en las características físico-mecánicas del hormigón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. El enfoque de este estudio fue aplicado, y se utilizó un diseño cuasiexperimental. Se consideró una población de 40 cilindros y 36 probetas rectangulares, todas libres de poros y grietas, que fueron adecuadamente curadas. Los hallazgos mostraron mejoras significativas en las propiedades del concreto. Se llegó a la conclusión de que el porcentaje ideal de fibra para incrementar la capacidad de resistir fuerzas de aplastamiento en el concreto se encuentra entre 0.25% -0.75% mientras que para la resistencia a la flexión es del 12.5% y para el módulo de elasticidad el 0.75%.

Por su parte, (Arcila, 2024) En su tesis Consecuencias de las fibras de bambú en las características mecánicas del concreto: revisión se pretendió determinar cuál era el comportamiento de las características mecánicas del concreto al incorporar fibras de bambú, es decir, así como también se pretendía determinar su influencia en las características mecánicas del concreto. La metodología empleada fue la de revisión sistemática de los investigadores que se han vertido en las bases de datos que

corresponden a un trabajo científico: ScienceDirect, Scopus y cuya fecha de antigüedad es de cinco años. Los resultados evidenciaron que el utilizar fibras de bambú mejora la capacidad de deformación y gran ductilidad del concreto; no obstante, también se observó que existe un nivel de reducción en la resistencia a compresión al utilizar dosis muy elevadas; así mismo, ayudan a ayudar a reducir la aparición de la fisuración, lo que provoca que se incremente la tenacidad del concreto.

En Pimentel, Ibáñez (2023) estudió las características físico-mecánicas del concreto con fibra de bambú para verificar opciones ecológicas que ayuden a bajar las emisiones de gases nocivos y a promover la sostenibilidad dentro del ámbito de la construcción. Se realizó un estudio cuantitativo que constó de 270 piezas de concreto, de las cuales 216 eran de concreto que contenía diferentes porcentajes de fibra de bambú (0.5%, 1%, 1.5%, y 2%). Según los ensayos que se llegaron a realizar en concerniente a la resistencia a la compresión, flexión tracción y módulo de elasticidad previamente curados a los 7, 14 y 28 días respectivamente. Los resultados mostraron mejoras en las propiedades del concreto al incorporar el 1% de fibra de bambú, ya que presentaron incrementos respecto a la resistencia, donde se llegó a tener un aumento de hasta un 13.19% a los 28 días, referente al concreto con una resistencia de diseño $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. Por otra parte, el concreto con una resistencia de diseño $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$, el incremento más notable fue de 3.66% que corresponde a la misma adición de 1%. De esta forma y con base en estos hallazgos los autores concluyeron que la dosificación optima es de 1% incorporando la fibra de bambú, por loque representa una alternativa sostenible para la practicas constructivas posteriormente.

En Perú Bazán et al. (2023) desarrollaron una investigación la cual fue denominada evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón reforzado con 0.5% de fibra de bambú mediante esclerometría y ensayo de resistencia a la compresión, donde el propósito fue determinar la dosificación de fibra de bambú, estas llevaron con el fin de estudiar el efecto de la adición de dicha dosificación de fibra sobre el comportamiento mecánico del concreto. Para ello, elaboraron probetas cilíndricas a partir de hormigón convencional y otras probetas utilizando hormigón convencional, pero con el 0.5 % de fibra de bambú, probetas a las cuales, posteriormente, se les realizaron ensayos de compresión y esclerometría. Los resultados que lograron evidenciar fue que el hormigón pudo alcanzar una resistencia promedio ala compresión de 390.830 kg/cm^2 , el cual supera a la muestra patrón inicial que fue de 368.922 kg/cm^2 . Asimismo, la evaluación por esclerometría mostró valores de 422.637 kg/cm^2 para el hormigón

reforzado y de 352.652 kg/cm² para el hormigón convencional. En base a los resultados obtenidos los autores concluyeron que la adición e incorporación del 0.5 % de fibra de bambú, logro incrementar la resistencia a la compresión como en su dureza superficial del hormigón mejorándolo, además, la resistencia al agrietamiento. De esta forma y en términos generales, se pudo incrementar en un 5.6 % aproximadamente en la resistencia a la compresión. La manipulación del nuevo material se torna algo más complicada, pero, a la vez, se obtienen importantes ventajas, como limitar el riesgo de aparición de agrietamientos por contracción.

En Lima, Ganto (2022) realizó una investigación con el propósito de estudiar el efecto que poseen las cenizas de hojas de bambú y las fibras de polipropileno sobre el comportamiento mecánico del concreto. Se utilizó un diseño experimental de alcance correlacional y se basó en el enfoque hipotético-deductivo. En la fase experimental se trabajó con 72 muestras (probetas y vigas de control) que contenían adiciones de 0.5 %, 1.0 % y 1.5 % de cenizas de hojas de bambú y de fibras de polipropileno, tomando como testigo una mezcla normal de 280 kg/cm². Las evaluaciones se realizaron a los 7, 14 y 28 días de curado, con la finalidad de determinar la evolución de las propiedades mecánicas del compuesto. Los resultados demostraron que la adición conjunta de ambos materiales modificó el comportamiento del concreto; en concreto, la dosificación de 0.5 % tuvo el mejor comportamiento aumentando la resistencia a la compresión en 20.79 % y la resistencia a la flexión en 20.30 %. Por el contrario, dosis más elevadas provocaron una disminución de dichas propiedades, razón por la cual dicho porcentaje fue considerado como la cantidad óptima de mezcla dentro de las dosis evaluadas.

Bases Teóricas

Concreto

Es un material que se puede definir como un material conglomerado que tiene una gran difusión en la construcción, y que se produce al mezclar agua, cemento y áridos, tanto finos como gruesos, a los que, dependiendo de lo que exija el proyecto, pueden añadirse aditivos o materiales que refuercen el diseño. La mezcla durante el fraguado y la posterior transformación en el endurecimiento es capaz de crear un material rígido que puede soportar elevadas cargas y esfuerzos; por lo que constituye uno de los materiales más utilizados en las obras civiles (Vaitkus et al, (2019)

Concreto simple

Es el concreto que no cuenta con refuerzo o que lo tiene en una cantidad menor al mínimo requerido para el concreto armado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2019)

Granulometría

Es la distribución de tamaños de las partículas en un material, como agregados o piedra triturada. Afecta a propiedades como la resistencia mecánica y la porosidad del material. La variación de la granulometría puede mejorar la capacidad de resistir fuerzas de aplastamiento y tracción, así como la rigidez y la durabilidad del material, optimizando su desempeño en aplicaciones como bases de pavimentos (Prado et al, (2020).

Agregado grueso

Tiene que estar formado por grava, grava procesada, piedra molida, escoria de alto horno que se ha enfriado al aire, o concreto de cemento hidráulico machacado, o una mezcla de alguno de estos (store.astm.org, 2023).

Agregado fino

Debe estar compuesto por arena natural, arena procesada o una mezcla de ambas. Este agregado debe estar libre de impurezas orgánicas en cantidades nocivas. Para el uso en concreto que se verá expuesto a la humedad, a ambientes húmedos durante periodos prolongados o en contacto con terreno húmedo, el agregado fino no debe tener materiales que reaccionen de manera dañina con los álcalis del cemento en cantidades suficientes para provocar una expansión excesiva del mortero o del concreto (store.astm.org, 2023).

Diseño de mezcla

Es el proceso por el cual se establecen los niveles de los distintos componentes del concreto (cemento, agua, arena y grava) necesarios para obtener un concreto con una trabajabilidad y resistencia a la compresión predeterminada. El análisis de este proceso tiene en cuenta las propiedades del concreto de resistencia, trabajabilidad y durabilidad. Para el diseño de las mezclas se pueden utilizar diversos métodos, el método del Instituto Americano del Concreto (ACI), el método del Departamento de Medio Ambiente (DOE), el método de volumen absoluto (AVM) (Alghamdi, 2023).

Ensayo de Slump

Es un procedimiento que se emplea para determinar la trabajabilidad del concreto fresco antes de que fragüe. La determinación del slump se lleva a cabo utilizando un cono de forma troncocónica en el que se coloca el concreto fresco para luego ser retirado permitiendo que el concreto se asiente actuando solamente la gravedad. La diferencia en

la altura del concreto antes y después de extraer el cono da como resultado el slump o asentamiento del concreto (Mahajan et al, (2020).

Peso unitario

El peso unitario del concreto se refiere a su densidad, que es la masa de una unidad de volumen de concreto, incluyendo los poros tanto internos como entre las partículas de agregado (Sunarno et al, (2022).

Resistencia a la compresión

Es una propiedad mecánica fundamental del hormigón, que nos da la habilidad de que el material mantenga una capacidad de "soportar" cargas que tienden a disminuir su tamaño. Esta propiedad está en función del tiempo, ya que se verá modificada por el efecto de los diversos factores ambientales que intervienen en el hormigón, como por ejemplo la carbonatación, el ciclo de congelación-descongelación, el efecto de la temperatura, el ataque de sulfatos. La capacidad de resistir fuerzas por aplastamiento se mide generalmente en megapascuales (MPa) y se comprueba mediante pruebas estándar en cilindros o cubos de concreto después de un período de curado especificado (Wang & Yue, 2023).

Fibra de bambú

Es un material natural renovable que se extrae directamente del bambú y se utiliza en diversas aplicaciones de ingeniería. Se caracteriza por su estructura compleja natural, pero posee excelentes propiedades mecánicas, lo que la hace valiosa en las industrias textil, de fabricación de papel, construcción y materiales compuestos. Sin embargo, las fibras de bambú pueden absorber fácilmente la humedad y son propensas a la corrosión, lo que limita su uso en ciertas aplicaciones de ingeniería (Chen et al., (2021).

Característica del Bambú

De la familia de las gramíneas Poaceae. Este tipo de planta leñosa crece a una velocidad increíble y puede seguir desarrollándose incluso tras ser cortada. La mayoría de las especies de bambú se encuentran en áreas tropicales, subtropicales y templadas, como en el sudeste asiático y Sudamérica. Sus componentes principales del bambú son 73.83% de celulosa, 12.49 % de hemicelulosa, 10.15% de lignina, 0.37% de pectina y 3.16% de extracto acuoso, es decir la celulosa, hemicelucosa y la lignina representan más del 90% del peso total, mientras que las partes menores restantes son polisacáridos solubles, ceras, resinas, taninos, proteínas y ceniza. El bambú se puede utilizar para la construcción, muebles, textiles y como recurso alimenticio. También proporciona una

fibra lignocelulósica natural, que se puede extraer del tallo del bambú (Yunfei et al. (2023)

Se caracteriza por su alta tenacidad y estabilidad, gran durabilidad y buena hilabilidad. Es usado como materia prima textil natural, ecológica y respetuosa con el medio ambiente, biodegradable y que puede combinar con diversos materiales como algodón, cáñamo, seda, tencel, modal, poliéster y elastano, entre otros. Posee propiedades mecánicas y físicas muy parecidas a las fibras sintéticas, como la fibra de vidrio E (Sayyed et al. (2012).

Fibra de bambú como aditivo en el concreto.

Según Huaman (2025) Las fibras de bambú poseen propiedades físicas que las hacen muy interesantes como material de refuerzo en el hormigón. Su capacidad de resistir tensión, similar a la del acero, y su reducido impacto ambiental en comparación con materiales tradicionales, ponen de manifiesto su viabilidad como una opción ecológica y eficaz. Asimismo la inclusión de fibras de bambú en el cemento produce efectos beneficiosos en diversas características físicas y mecánicas. En el ámbito físico, produce una mejora en la facilidad de trabajo del cemento, con una disminución en el asentamiento y el peso por unidad, lo que indica que las fibras de bambú pueden ser útiles para lograr un cemento más fácil de manipular y más duradero. En cuanto a las propiedades mecánicas, se evidenció un incremento significativo en la resistencia a la flexión y a la tracción, superando los valores obtenidos por el concreto convencional.

Extracción de la fibra de bambú.

Los métodos para su obtención son el eriado, la extracción mecánica y la química, se comienza separando tiras de bambú del tallo con la intención de desechar el diafragma y el nudo, luego las partes huecas del tallo son llevadas al procesamiento mecánico o químico, de acuerdo con su aplicación. En el enriamiento o desgomado se eliminan los haces de fibras que están alrededor del tejido disminuyendo el daño a la fibra, su calidad dependerá del proceso de maceración. El cual puede ser por rocío en donde se corta y separa los tallos de bambú en un campo permitiendo su exposición a microbios que descompongan la pectina y libera las fibras, otra manera de realizarlo es haciendo uso de enzimas degradadoras de pectina la cual separa las fibras, también está la maceración con agua acá las bacterias anaeróbicas permiten separar las fibras mediante el crecimiento de microorganismos que permiten la descomposición que elimina la pectina, solo se debe sumergir los tallos de bambú en agua abierta por un lapso de tiempo determinado.

La extracción mecánica implica el uso de una herramienta llamada descortezadora, la cual mediante fuerza mecánica logra romper los enlaces entre la fibra y la matriz. Este método puede incluir procesos como explosión de vapor, vaporización térmica, refinación a alta presión, trituración y supermolienda. Estos métodos mecánicos son considerados los más respetuosos con el medio ambiente.

En la extracción química, consiste en la cocción de las hojas y tallos de bambú en disolventes químicos fuertes posteriormente se lleva a cabo una hidrólisis alcalina que es combinada con blanqueo multifásico. Por último, está la combinación de la extracción mecánicas y química con estos se logra una mejor separación de la fibra consiste en realizar un pretratamiento con el uso de sustancias químicas para debilitar la unión entre fibras posteriormente el uso de fuerza mecánica externa (Akhtarul, 2024).

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque y tipo

Para el estudio se presenta con un enfoque cuantitativo, considerando que se fundamenta en la recolección de datos numéricos para su análisis, lo que permitió medir de forma objetiva la resistencia a compresión del concreto simple según se investigó. Hernández et al. (2014) apuntan: “la investigación cuantitativa se sirve de la recogida de información para avalar una suposición a partir de la medida numérica y el análisis estadístico, con la intención de poder determinar pautas de proceder y probarse teorías” (p. 4). La utilización de este enfoque se considera adecuado para contrastar de forma precisa el comportamiento de las mezclas de concreto simples sin y con adición de fibra de bambú según la resistencia a la compresión. Según su alcance o profundidad fue explicativa porque pretendió encontrar las razones o fenómenos objeto de estudio. El tipo de investigación fue de tipo experimental.

2.2. Diseño de investigación

Esta investigación se describió como experimental, ya que se manipuló las variables en condiciones controladas con la intención de observar su resultado. De acuerdo con Arias (2012) “es un procedimiento que implica someter a un elemento o a un conjunto de individuos a determinadas situaciones, incitaciones o intervenciones (variable independiente), con el fin de analizar las respuestas o efectos que se generan (variable dependiente)” (p. 24). En el presente estudio, la variable independiente fue la incorporación de fibra de bambú en el concreto simple, mientras que la variable dependiente fue resistencia a la compresión de las probetas. La naturaleza experimental de la investigación facilitó obtener resultados precisos que responden a las hipótesis trazadas. Se buscó comparar los resultados de ambos grupos en circunstancias controladas de laboratorio, recreando de manera simulada las condiciones de secado características del distrito de Satipo. El estudio siguió un diseño longitudinal, donde las mediciones se realizaron a lo largo del tiempo para determinar la capacidad de soportar fuerzas de aplastamiento (resistencia a la compresión) en el concreto simple a distintas edades 7, 14 y 28 días.

El proceso consistió en seleccionar y preparar los materiales conforme a las normas técnicas nacionales como internacionales. Se preparó la mezcla de concreto de acuerdo con los diseños de mezcla establecidos por el ACI 211. Se prepararon mezclas de concreto incorporando fibra de bambú en cuatro dosificaciones: 0% (control), 0.5%,

1% y 1.5% del volumen total del concreto. Estas proporciones se basan en la literatura previa y se adaptan a los objetivos específicos de esta investigación.

Se elaboraron especímenes cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, de acuerdo con las dosificaciones ya establecidas, no curadas y evaluados a los 7, 14, y 28 días. Para hallar la resistencia a la compresión con las diferentes dosificaciones de fibras de bambú, se utilizó las técnicas de documentación fotográfica para registrar la información a lo largo del tiempo en todas las muestras ensayadas incluida la muestra patrón. Asimismo, se realizaron pruebas estandarizadas de la capacidad de resistir fuerzas de aplastamiento (NTP 339.034), resistencia, trabajabilidad mediante el ensayo de asentamiento (SLUMP, NTP 339.035) y peso unitario (NTP 339.046).

2.3. Población y muestra

Para Arias (2012), “la población, o más concretamente el grupo de interés, se identifica como un conjunto limitado o ilimitado de individuos que poseen rasgos comunes, sobre los cuales se aplicará las conclusiones del estudio” (p. 81). La población de esta investigación hace referencia al diseño de mezclas de concreto simple a la cual se le adicionó los siguientes porcentajes 0.5 %, 1%, y 1.5% de fibra de bambú para luego comparar con la muestra patrón de concreto sin fibra de bambú, con la intención de determinar la resistencia del concreto simple. Este diseño de mezcla se elaboró con agregado fino, agregado grueso, agua, cemento, y fibra de Bambú, proveniente Distrito de Satipo. Por su parte Arias (2012), “La muestra consiste en un grupo representativo y limitado que se toma de la población disponible” (p. 83). De la población descrita en esta investigación se tomaron como muestras 36 probetas las cuales se le incorporaron dosificaciones de fibra de bambú de 0, 0.5, 1 y 1.5%, dichos especímenes fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días de curado después de haber elaborado las mezclas de concreto. A si mismo los especímenes de 0% de dosificación se tomó en consideración como muestra patrón para el análisis comparativo de la investigación. La muestra de este estudio es intencionada y no probabilística, apoyada por la revisión de bibliográfica de estudios previos. Los tiempos de evaluación y selección de las dosificaciones tuvo como propósito evaluar las variaciones de la fibra de bambú en las propiedades del concreto, especialmente en lo relacionado a la resistencia a la compresión. La selección de mezclas para este estudio representó un rango que, según la literatura especializada, permitió identificar variaciones significativas en la que se reflejó el comportamiento y/o características del concreto, con la incorporación de fibra de bambú..

2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

Se llevará a cabo la recogida de la información mediante la técnica de la observación, tal como nos comentan Hernández et al. (2014) “este método de recolección de datos, consiste en el registro sistemático, válido y fiable de conductas y situaciones observables, por medio de una categoría y subcategorías” (p. 252).

La investigación usará la técnica de observación directa, ya que cada cilindro de hormigón de resistencia $f'c$ 210 kg/cm² con porcentaje de fibra de bambú de 0, 0.5, 1, y 1,5 % sin curar a los 7, 14 y 28 días, serán sometidos a los ensayos de compresión durante los cuales se deberá estar atento en el momento en que la muestra falla, y la carga con la que falla, para que éstas sean comparadas con las muestra de cilindro de concreto de resistencia $f'c$ 210 kg/cm² sin las fibras de bambú llamada patrón, la cual también será sometida a las mismos ensayos a los 7, 14 y 28 días.

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Según Arias (2012) en este punto del análisis se fijan las estrategias que interpretarán la información de la que se dispone. Estas pueden corresponder a procesos lógicos, como la inducción, la elaboración del proceso deductivo, el análisis-síntesis, o a procedimientos estadísticos descriptivos o inferenciales de acuerdo con el comportamiento de los datos obtenidos.

Durante el proceso de obtención de la fibra de bambú, se logró implementar en la elaboración de las mezclas de concreto simple, con y sin la incorporación de diferentes proporciones de esta fibra de igual forma se realizó un registro y control sistemático de los materiales empleados tales como: (piedra, cemento, arena, agua y porcentaje de fibra de bambú). De acuerdo al procedimiento esta permitió mantener la uniformidad de las mezclas de concreto elaboradas.

Asimismo, durante la ejecución de los ensayos de compresión a los que fueron sometidos los cilindros de hormigón con una resistencia de diseño $f'c = 210$ kg/cm², tanto con cómo sin añadir las fibras de bambú, se mantuvo un control riguroso mediante el uso de planillas y fichas de registro. Dicho control se efectuó conforme a las normas peruanas e internacionales vigentes aplicables a este tipo de ensayos, garantizando la confiabilidad de los datos obtenidos.

Posteriormente, se llevó a cabo el procesamiento de la información recopilada y el análisis de los resultados. Para ello, se empleó el software Microsoft Excel, el cual permitió la organización y tabulación de los datos, así como la realización de análisis

comparativos y la representación gráfica de los resultados. Posteriormente se utilizó el software estadístico SPSS para efectuar el análisis inferencial y la interpretación de los datos, con el propósito de dar respuesta a las interrogantes planteadas en la investigación.

2.6. Aspectos éticos en investigación

De acuerdo con Espinoza y Calva (2020) la ética forma parte importante de la acción humana y, muy especialmente, de la investigación educativa, que se manifiesta en los principios del respeto, la beneficencia y la justicia; de hecho, se pueden presentar en este tipo de investigación fallos de separación del comportamiento ético en la participación de los sujetos de estudio, el proceso de la investigación, la forma de actuar del investigador o en prácticas como el plagio o el uso de la información falsa.

La presente investigación científica tuvo como característica ser una herramienta teórico-metodológica que contribuya al fomento de los principios y valores éticos, la información empleada proviene de una revisión bibliográfica de textos, revistas científicas, consultas de tesis similares, así como el desarrollo de la parte experimental guiada por normas existentes, los ensayos requeridos en este estudio se llevarán a cabo en laboratorios calificados y certificados, bajo ambiente controlado de las muestras utilizadas. La obtención de la fibra de bambú se realizará de forma consciente evitando afectar el medio ambiente.

III. RESULTADOS

A continuación, se presenta la **tabla 1**, con los valores de los ensayos concerniente a la resistencia a la compresión(RC) las cuales fueron realizadas ala 36 muestras de concreto que contienen las diferentes proporciones de fibra de bambú utilizadas y las muestras denominadas patrón a las diferentes edades del concreto.

Tabla 1

Resultados de los ensayos de Resistencia a la Compresión (RC)

Proyecto:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROBETA CILINDROS DE CONCRETO NTP 339034 ASTM-C39											
Registro	Descripción	Fc kg/cm2	Fecha		Edad (DÍAS)	diámetro cm	lectura del panel			% De Rotura	romedio% Rotura	Tipo de fractur
Item			Vaciado	Ensayado			Área (cm2)	digital kg	ResObt kg/cm2			
1	Muestra 0	210	26/10/2025	2/11/2025	7	15.00	176.70	30993	175.40	83.50	83.40	D
2			26/10/2025	2/11/2025		15.04	177.66	31191	175.60	83.60		D
3			26/10/2025	2/11/2025		15.06	178.16	31078	174.40	83.10		D
4	Muestra 1 (0.5% de fibra de bambú)	210	26/10/2025	2/11/2025	7	15.03	177.49	31279	176.20	83.90	84.30	D
5			26/10/2025	2/11/2025		15.02	177.19	31321	176.80	84.20		D
6			26/10/2025	2/11/2025		15.01	177.00	31472	177.80	84.70		D
7	Muestra 2 (0.5% de fibra de bambú)	210	26/10/2025	2/11/2025	7	15.01	176.92	31720	179.30	85.40	85.10	D
8			26/10/2025	2/11/2025		15.03	177.42	31577	178.00	84.80		D
9			26/10/2025	2/11/2025		15.04	177.56	31774	178.90	85.20		D
10	Muestra 3 (0.5% de fibra de bambú)	210	26/10/2025	2/11/2025	7	15.07	178.29	32029	179.70	85.50	85.60	D
11			26/10/2025	2/11/2025		15.05	177.90	31948	179.60	85.50		D
12			26/10/2025	2/11/2025		15.03	177.43	31906	179.80	85.60		D
13	Muestra 0	210	26/10/2025	9/11/2025	14	15.01	176.93	33074	186.90	89.00	89.40	D
14			26/10/2025	9/11/2025		15.02	177.19	33260	187.70	89.40		D
15			26/10/2025	9/11/2025		15.03	177.47	33516	188.90	89.90		D
16	Muestra 1 (1% de fibra de bambú)	210	26/10/2025	9/11/2025	14	15.03	177.49	36966	208.30	99.20	99.70	D
17			26/10/2025	9/11/2025		15.04	177.66	37157	209.10	99.60		D
18			26/10/2025	9/11/2025		15.01	177.00	37276	210.60	100.30		D
19	Muestra 2 (1% de fibra de bambú)	210	26/10/2025	9/11/2025	14	15.00	176.74	38704	219.00	104.30	104.40	D
20			26/10/2025	9/11/2025		15.03	177.42	38854	219.00	104.30		D
21			26/10/2025	9/11/2025		15.03	177.40	38997	219.80	104.70		D
22	Muestra 3 (1% de fibra de bambú)	210	26/10/2025	9/11/2025	14	15.04	177.67	41268	232.30	110.60	111.20	D
23			26/10/2025	9/11/2025		15.05	177.90	41441	232.90	110.90		D
24			26/10/2025	9/11/2025		15.03	177.36	41756	235.40	112.10		D
25	Muestra 0	210	26/10/2025	23/11/2025	28	15.02	177.15	43365	244.80	116.60	115.40	D
26			26/10/2025	23/11/2025		15.05	177.90	43309	241.50	115.10		D
27			26/10/2025	23/11/2025		15.04	177.59	42650	240.20	114.40		D
28	Muestra 1 (1.5% de fibra de bambú)	210	26/10/2025	23/11/2025	28	15.03	177.36	45098	254.30	121.10	121.60	D
29			26/10/2025	23/11/2025		15.04	177.66	45337	255.20	121.50		D
30			26/10/2025	23/11/2025		15.02	177.28	45521	256.80	122.30		D
31	Muestra 2 (1.5% de fibra de bambú)	210	26/10/2025	23/11/2025	28	15.02	177.23	47381	267.30	127.30	126.30	D
32			26/10/2025	23/11/2025		15.04	177.66	47004	264.60	126.00		D
33			26/10/2025	23/11/2025		15.02	177.19	46749	263.80	125.60		D
34	Muestra 3 (1.5% de fibra de bambú)	210	26/10/2025	23/11/2025	28	15.02	177.17	48799	275.40	131.20	130.50	D
35			26/10/2025	23/11/2025		15.04	177.66	48608	273.60	130.30		D
36			26/10/2025	23/11/2025		15.03	177.39	48406	272.90	129.90		D

Objetivo 1 Determinar la influencia de la fibra de bambú al 0.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.

La resistencia a compresión en el concreto simple tomando en cuenta tanto la muestra de referencia como las producidas que contienen en su formulación un 0.5 % de fibra de bambú, son las que figuran en la tabla 2.

Tabla 2

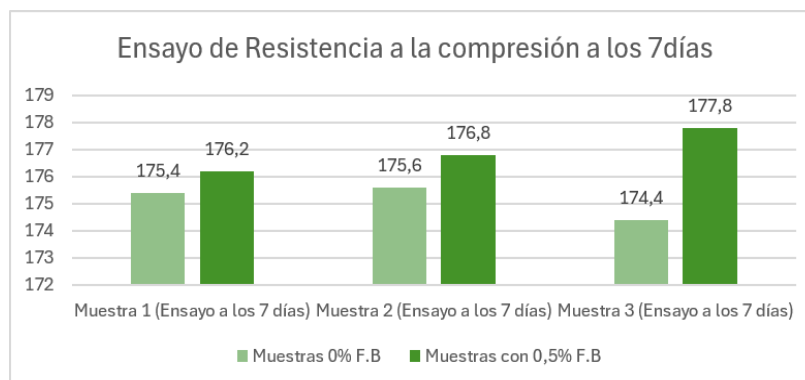
Valores del ensayo de RC sin y con 0.5% FB los 7 días.

RC (Kg/m ²)	0%	0.5%
Muestra 1 (Ensayo a los 7 días)	175.40	176.20
Muestra 2 (Ensayo a los 7 días)	175.60	176.80
Muestra 3 (Ensayo a los 7 días)	174.40	177.80

Nota. Datos tomados de la tabla 1 resultados de ensayos.

Figura 1

Gráfico muestra patrón vs muestra 0.5% FB a los 7 días.



La tabla 2 y figura 1 evidencian los resultados de la prueba de compresión de cilindros de hormigón con la incorporación de 0.5% de fibra de bambú, y también en la muestra patrón sin adicción de fibras, a los 7 días. Los ensayos se realizaron sobre tres especímenes con 0.5% de fibra de bambú y tres especímenes sin fibra con el nombre de muestra patrón. Los resultados están mostrando que existe un ligero aumento de la resistencia a la compresión del hormigón con la incorporación de fibra de bambú siendo el valor máximo alcanzado de 177.8 kg/cm² para la muestra N°3.

Análisis de datos

Para la presentación e interpretación de los resultados se usó Excel y para su validación se hizo uso del programa de análisis estadístico IBM SPSS Stats.

Prueba de Normalidad

A continuación, se realiza la prueba de normalidad a las muestras ensayadas a los 7 días. Se utilizó la fórmula de Shapiro –Wilk ya que la muestra es n=6 menor a 50. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

(H₀): No hay incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú.

(H_a)=Al menos una de las muestras si tiene incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

Criterios de decisión Shapiro-Wilk:

Si el valor $p > 0.05$: Los datos son normales (pruebas paramétricas)

Si el valor $p \leq 0.05$: Los datos no son normales. (pruebas no paramétricas)

Tabla 3

Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 7 días.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Compresión a los 7 días	0.143	6	.200*	0.991	6	0.991

Según los resultados presentados en la Tabla N.º 3, expone los resultados obtenidos con un valor p de 0,991, el cual, al ser mayor que el valor de 0,05, indica que los datos permiten suponer una distribución normal en el conjunto de datos. El análisis de la varianza (ANOVA) se puso en marcha con objeto de comprobar si la incorporación de la fibra de bambú provocaba o no efectos significativos sobre la resistencia a la compresión del concreto simple, llevando a contraste la hipótesis nula (H₀) con la hipótesis alternativa (H_a).

Homogeneidad de varianzas

Previo a la realización del estudio de varianza (ANOVA), es fundamental comprobar la homogeneidad de varianzas. Esto indica que las variaciones de la variable dependiente (resistencia a la compresión del concreto) deban ser uniformes entre los distintos tratamientos analizados (muestra patrón y 0.5%).

Para validar esta suposición, se usó la prueba de Levene, para ayudar a determinar si hay discrepancias significativas en la variabilidad entre los grupos.

Hipótesis:

(H₀): Las varianzas son iguales

(H_a): Al menos una varianza es diferente.

(Sig):

Si $\text{Sig.} > 0.05$ no se rechaza H_0 , las varianzas son homogéneas.

Si $\text{Sig.} \leq 0.05$ se rechaza H_0 las varianzas no son homogéneas.

Tabla 4

Prueba de Homogeneidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 7 días.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.^a
Resistencia a la Compresión a los 7 días	Se basa en la media	0.114	1	4	0.752
	Se basa en la mediana	0.100	1	4	0.768
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.100	1	3.990	0.768
	Se basa en la media recortada	0.114	1	4	0.752

Los datos mostrados en la Tabla N.º 4 corresponden a la evaluación de la homogeneidad de varianzas en especímenes de concreto con 0 % y 0.5 % de fibra de bambú, ensayados a los 7 días. Dado que los valores de significancia obtenidos superan el nivel de 0.05, de esta forma se concluye que al no existir diferencias significativas, comparados entre los grupos de las varianzas, se da por asumido la igualdad de varianza entre ellos.

Análisis de varianza (ANOVA)

Se utiliza para comparar las medias de varios grupos y establecer si las diferencias observadas entre ellas responden a un efecto real o pueden atribuirse a variaciones aleatorias. Se aplicó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (95% de confianza).

Tabla 5

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.^a
Entre grupos	4.860	1	4.860	9.112	0.039
Dentro de grupos	2.133	4	0.533		
Total	6.993	5			

Prueba de ANOVA a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 7 días.

La ejecución de la prueba ANOVA derivó en un valor $p = 0.039$, cifra inferior al umbral crítico en la que se toma la decisión de rechazar la hipótesis nula, es decir un nivel crítico de 0.05. Esto implica que dado el p-valor obtenido, la hipótesis nula puede ser rechazada por lo que se constata la presencia de diferencias estadísticas significativas entre las muestras analizadas. De este modo, podemos afirmar que al menos una de ellas

influye de una manera relevante en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 6

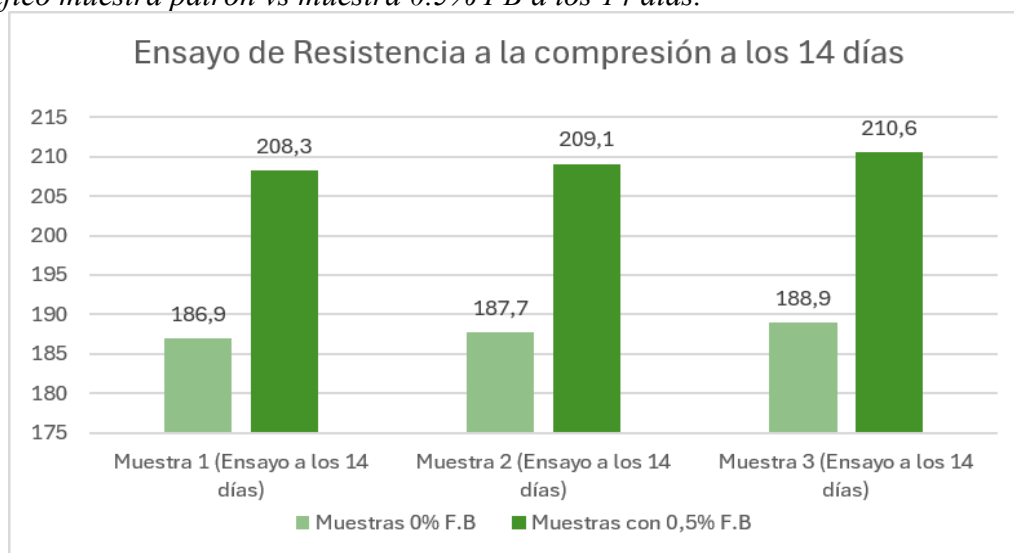
Resultados del ensayo de RC sin y con 0.5% FB los 14 días

RC (Kg/m ²)	0%	0.5%
Muestra 1 (Ensayo a los 14 días)	186.90	208.30
Muestra 2 (Ensayo a los 14 días)	187.70	209.10
Muestra 3 (Ensayo a los 14 días)	188.90	210.60

Nota. Datos tomados de la tabla 1 resultados de ensayos.

Figura 2

Gráfico muestra patrón vs muestra 0.5% FB a los 14 días.



Del ensayo de resistencia a la compresión a cilindros de concreto constituidos por la adición de un 0.5% de fibra de bambú, así como la de la muestra patrón sin adición de fibras, a los 14 días están presentados en la tabla 6 y figura 2, obtenidos en tres especímenes con un 0.5% de fibra de bambú, y tres especímenes sin fibra, denominados muestra patrón, con un resultado que presentó un leve aumento en relación a la resistencia la compresión del concreto, alcanzándose 210.60 kg/cm² en el máximo de la muestra N° 3.

Análisis de datos

Para la presentación e interpretación de los resultados se usó Excel y para su validación se hizo uso del programa de análisis estadístico IBM SPSS Stats.

Prueba de Normalidad

A continuación, se realiza la prueba de normalidad a las muestras ensayadas a los 14 días. Se utilizó la fórmula de Shapiro –Wilk ya que la muestra es $n=6$ menor a 50. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

(H₀): No hay incidencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú.

(H_a)=Al menos una de las muestras si tiene incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

Criterios de decisión Shapiro-Wilk:

Si el valor $p > 0.05$: Los datos son normales (pruebas paramétricas)

Si el valor $p \leq 0.05$: Los datos no son normales. (pruebas no paramétricas)

Tabla 7

Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 14 días.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Compresión	0.295	6	0.113	0.755	6	0.022

Nota. Datos tomados de la tabla 1 resultados de ensayos.

La tabla N° 7, los resultados ofrecen un nivel de significancia menor a 0.05 con lo cual se concluye que se cumplen las condiciones para llevar a cabo la utilización de la prueba no paramétrica, prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes, la cual se utilizó para comprobar si hay diferencia entre las muestras con y sin fibra de bambú a los 14 días de ensayadas, comparando las dos hipótesis (H₀ y H_a).

Homogeneidad de varianzas

Dado que no existe normalidad en los datos y no se aplicará la prueba de análisis de varianzas (ANOVA), no se requiere realizar la prueba de homogeneidad para estas muestras estudiadas.

Prueba Kruskal-Walls

Tabla 8

Prueba Kruskal-Wallis a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 14 días.

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
N total	6
Estadístico de prueba	3.857 ^{a, b}
Grado de libertad	1
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.050

Tabla 9

Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Wallis

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a, b}	Decisión
1	La distribución de Resistencia a la Compresión es la misma entre categorías de grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.050	Rechace la Hipótesis nula.

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Kruskal-Wallis reportan un valor de $p=0.05$, esto es, idéntico al valor del nivel de significancia considerado para el presente análisis ($\alpha=0.05$). Por lo tanto, procedemos a rechazar la hipótesis nula y concluimos que, efectivamente, hay diferencias estadísticamente significativas entre uno o más de los grupos considerados en la muestra. Dicho de otro modo, uno de los grupos influye significativamente la resistencia a la compresión.

Tabla 10

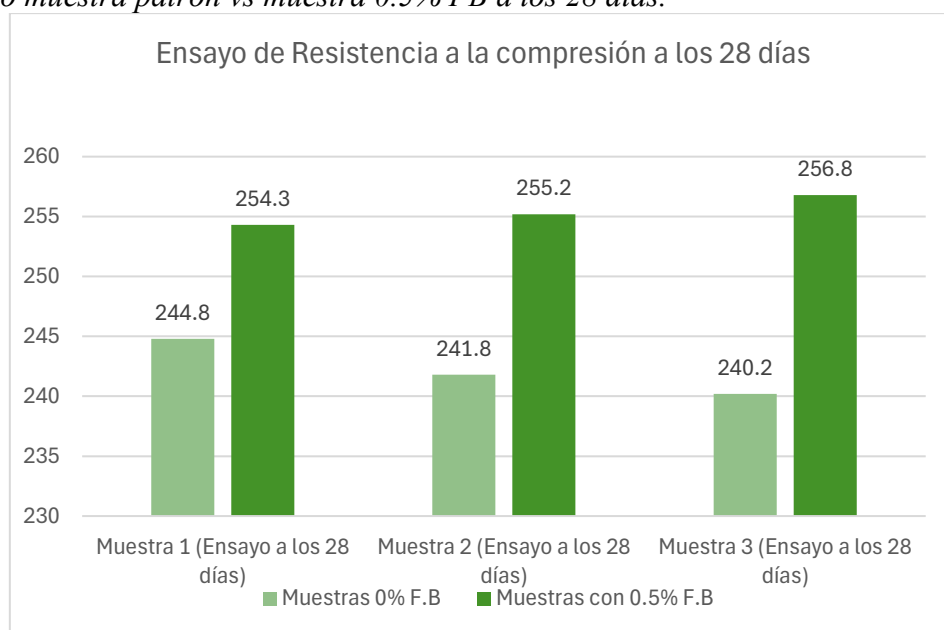
Resultados del ensayo de RC sin y con 0.5% FB los 28 días.

RC (Kg/m²)	0%	0.5%
Muestra 1 (Ensayo a los 28 días)	244.80	254.30
Muestra 2 (Ensayo a los 28 días)	241.80	255.20
Muestra 3 (Ensayo a los 28 días)	240.20	256.80

Nota. Datos tomados de la tabla 1 resultados de ensayos.

Figura 3

Gráfico muestra patrón vs muestra 0.5% FB a los 28 días.



Se muestra en la tabla 10 y la figura 3 los ensayos de resistencia a la compresión de los cilindros de concreto (con la influencia de un 0,5 % de fibra de bambú) y de la muestra patrón sin adición de las fibras, ensayados a los 28 días. En el ensayo se muestran tres elementos con un 0,5 % de fibra de bambú en el concreto y tres elementos de prueba (muestra patrón) sin la adición de dicha fibra. Los resultados muestran un libre aumento en la resistencia a la compresión del concreto con la incorporación de fibras de bambú, siendo el valor más destacado alcanzado el de 256,80 kg/cm² en el espécimen N.º 3.

Análisis de datos

Para la presentación e interpretación de los resultados se usó Excel y para su validación se hizo uso del programa de análisis estadístico IBM SPSS Stats.

Prueba de Normalidad

A continuación, se realiza la prueba de normalidad a las muestras ensayadas a los 28 días. Se utilizó la fórmula de Shapiro –Wilk ya que la muestra es $n=6$ menor a 50. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

(H₀): No hay incidencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú.

(H_a)=Al menos una de las muestras si tiene incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

Criterios de decisión Shapiro-Wilk:

Si el valor $p > 0.05$: Los datos son normales (pruebas paramétricas)

Si el valor $p \leq 0.05$: Los datos no son normales. (pruebas no paramétricas)

Tabla 11

Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 28 días.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Compresión	0.269	6	0.199	0.851	6	0.160

Considerando los datos que muestra la Tabla N.º 11, se obtuvo un valor de 0.160 para la significancia mayor que el nivel de significancia de 0.05 previamente establecido, por lo tanto, se concluye que los datos tienen distribución normal, siendo esto suficiente para llevar a cabo el análisis de varianza (ANOVA) en el que se expresará la hipótesis nula (H_0) frente a la hipótesis alternativa (H_a) bajo la premisa de que la fibra de bambú genera efectos significativos en la resistencia a la compresión del concreto simple.

Homogeneidad de varianzas

Antes de poder efectuar el análisis de varianza (ANOVA), fue necesario comprobar la homogeneidad de las varianzas de los grupos las cuales fueron evaluados, por lo que vino a significar que la variabilidad de la variable dependiente, la cual corresponde al ensayo a la resistencia a la compresión de concreto, para que se mantenga homogénea entre los diferentes tratamientos que se han evaluado, esto es, la muestra patrón y la muestra empleada con la incorporación del 0,5 % de fibra de bambú.

Para evaluar dicha suposición, se utilizó la prueba de Levene, la cual permitió determinar si existen diferencias significativas en la variabilidad entre los grupos.

Hipótesis:

(H_0): Las varianzas son iguales

(H_a): Al menos una varianza es diferente.

(Sig):

Si Sig. > 0.05 no se rechaza H_0 , las varianzas son homogéneas.

Si Sig. $\leq$ 0.05 se rechaza H_0 las varianzas no son homogéneas.

Tabla 12

Prueba de Homogeneidad a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 28 días.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.^a
Resistencia a la Compresión	Se basa en la media	1.184	1	4	0.338
	Se basa en la mediana	0.507	1	4	0.516
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.507	1	3.056	0.527
	Se basa en la media recortada	1.129	1	4	0.348

Los datos mostrados en la Tabla N.º 12 corresponden a la evaluación de la homogeneidad de varianzas en especímenes de concreto con 0 % y 0.5 % de fibra de bambú, ensayados a los 28 días. Dado que los valores de significancia obtenidos superan el nivel de 0.05, se concluye que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los grupos comparados, asumiéndose así la igualdad de varianzas entre ellos.

Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis de varianza se utiliza para comparar las medias de varios grupos y establecer si las diferencias observadas entre ellas responden a un efecto real o pueden atribuirse a variaciones aleatorias. Se aplicó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (95% de confianza).

Tabla 13

Prueba de ANOVA a muestras de concreto sin y con 0.5% de FB ensayadas a los 28 días.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.^a
Entre grupos	260.042	1	260.042	73.701	0.001
Dentro de grupos	14.113	4	3.528		
Total	274.155	5			

Los resultados obtenidos a través de la prueba de comparación de medias ANOVA llegaron a evidenciar que el valor de p observado fue de $p = 0.001$, inferior a nuestro valor de $p = 0.05$ establecido como un hecho significativo. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, lo que garantiza que existe la diferencia estadística evidente en las muestras; por lo que se concluye que, al menos, una de las muestras produce un efecto significativo en el rendimiento de la resistencia a la compresión del concreto.

Objetivo 2 Determinar la influencia de la fibra de bambú al 1% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025

A continuación, se presenta en la tabla 14 con los resultados de los ensayos a compresión de las muestras de concreto simple sin y con fibra de bambú al 1% elaborado en Satipo 2025.

Tabla 14

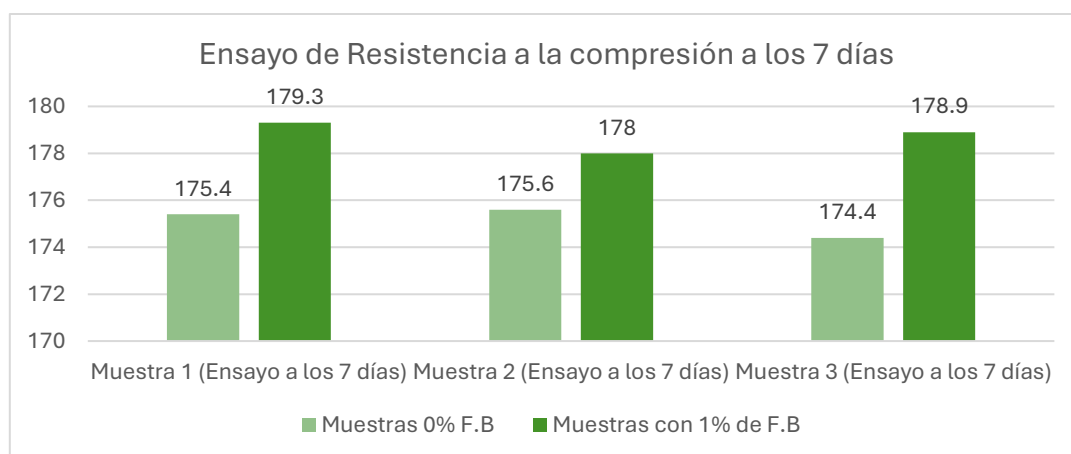
Resultados del ensayo de RC sin y con 1% FB los 7 días.

RC (Kg/m2)	0%	1%
Muestra 1 (Ensayo a los 7 días)	175.40	179.30
Muestra 2 (Ensayo a los 7 días)	175.60	178.00
Muestra 3 (Ensayo a los 7 días)	174.40	178.90

Nota. Datos tomados de la tabla 1 resultados de ensayos.

Figura 4

Gráfico muestra patrón vs muestra 1% FB a los 7 días.



Los resultados aportados por la Tabla 14 y la Figura 4 constituyen el ensayo de resistencia a la compresión de los cilindros de concreto con la incorporación del 1 % de fibra de bambú en la mezcla, junto a la muestra patrón sin adición de fibra, a los 7 días. Este ensayo se realiza sobre tres especímenes con un 1 % de fibra de bambú, así como sobre tres especímenes correspondientes a la muestra patrón sin fibra. Los resultados recogen un incremento ligero en la resistencia a la compresión del concreto al añadir fibra de bambú, alcanzándose una resistencia máxima de 179,30 kg/cm² en la muestra N.º 1.

Análisis de datos

Para la presentación e interpretación de los resultados se usó Excel y para su validación se hizo uso del programa de análisis estadístico IBM SPSS Stats.

Prueba de Normalidad

A continuación, se realiza la prueba de normalidad a las muestras ensayadas a los 7 días. Se utilizó la fórmula de Shapiro –Wilk ya que la muestra es $n=6$ menor a 50. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

(H₀): No hay incidencias relevantes en la resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú.

(H_a)=Al menos una de las muestras si tiene incidencia relevante en la resistencia a la compresión del concreto.

Criterios de decisión Shapiro-Wilk:

Si el valor $p > 0.05$: Los datos son normales (pruebas paramétricas)

Si el valor $p \leq 0.05$: Los datos no son normales. (pruebas no paramétricas)

Tabla 15

Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 7 días.

Resistencia a la Compresión	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.242	6	.200*	0.892	6	0.331

Conforme a los resultados reflejados en la Tabla N.º 15, se llegó a un valor de significancia de 0,331, siendo este un valor superior al que se fija de 0,05, apuntando que estos valores presentan una distribución de tipo normal, pudiendo proceder así a realizar el cálculo del análisis de varianza (ANOVA) con la finalidad de poder determinar si la incorporación de fibra de bambú provoca efectos significativos sobre la resistencia a la compresión del concreto simple, teniendo en cuenta la opción de contrastar la hipótesis nula (H₀) frente a la hipótesis alternativa (H_a).

Homogeneidad de varianzas

Antes de llevar a cabo la prueba del análisis de varianza (ANOVA), es necesario comprobar la validez del supuesto de homogeneidad de varianzas que indica que la variabilidad de la variable dependiente que se expresa en la resistencia a compresión del concreto ha de ser similar en todos los tratamientos evaluados en este caso que son la muestra patrón y la muestra incorporando un 1 % de fibra de bambú.

Para aceptar esta suposición, se empleó la prueba de Levene, la cual ayudó a determinar si hay diferencias significativas en la variabilidad entre los grupos.

Hipótesis:

(H₀): Las varianzas son iguales

(H_a): Al menos una varianza es diferente.

(Sig):

Si Sig. > 0.05 no se rechaza H_0 , las varianzas son homogéneas.

Si Sig. $\leq$ 0.05 se rechaza H_0 las varianzas no son homogéneas.

Tabla 16

Prueba de Homogeneidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 7 días.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.^a
Resistencia a la Compresión	Se basa en la media	0.000	1	4	1.000
	Se basa en la mediana	0.007	1	4	0.938
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.007	1	3.902	0.938
	Se basa en la media recortada	0.000	1	4	0.994

Los datos en la Tabla N.º 16 corresponden a la evaluación de la homogeneidad de varianzas en especímenes de concreto con 0 % y 1 % de fibra de bambú, ensayados a los 7 días. Dado que los valores de significancia obtenidos superan el nivel de 0.05, se concluye que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los grupos comparados, asumiéndose así la igualdad de varianzas entre ellos.

Análisis de varianza (ANOVA)

Se aplicó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (95% de confianza).

Tabla 17

Prueba de ANOVA a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 7 días.

Resistencia a la Compresión a los 7 días					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig. ^a
Entre grupos	19.440	1	19.440	45.385	0.003
Dentro de grupos	1.713	4	0.428		
Total	21.153	5			

La aplicación de la prueba ANOVA permitió obtener un valor $p = 0.003$, cifra inferior al nivel crítico de 0.05. Este resultado conduce al rechazo de la hipótesis nula y confirma la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre las muestras estudiadas. En tal sentido, se puede afirmar que al menos una de ellas tiene una incidencia relevante en el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 18

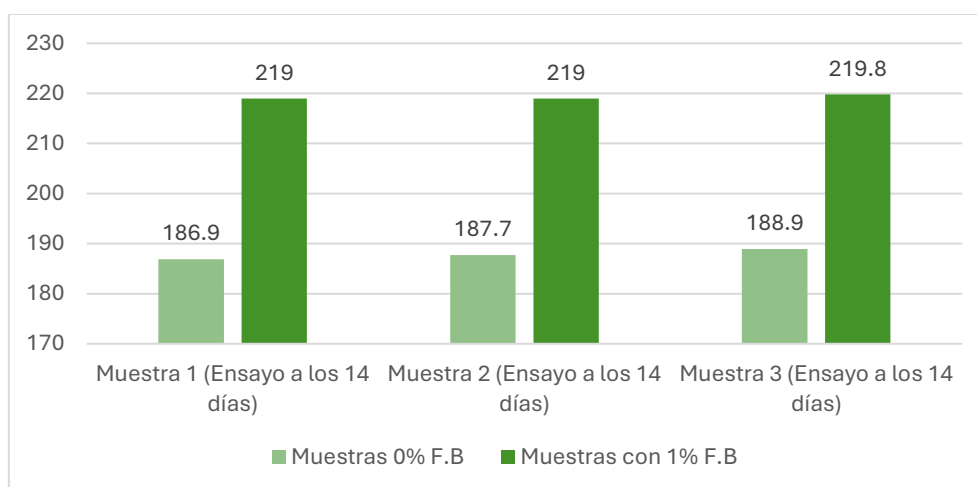
Resultados del ensayo de RC sin y con 1% FB los 14 días.

RC (Kg/m ²)	0%	1%
Muestra 1 (Ensayo a los 14 días)	186.90	219.00
Muestra 2 (Ensayo a los 14 días)	187.70	219.00
Muestra 3 (Ensayo a los 14 días)	188.90	219.80

Nota. Datos tomados de la tabla 1 resultados de ensayos.

Figura 5

Gráfico muestra patrón vs muestra 1% FB a los 14 días.



Los resultados de la tabla 18 y la figura 5 se presenta el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto al 1 % de fibra de bambú y el resultado del ensayo de cilindros de la muestra patrón (sin fibra) corresponde a los resultados de la evaluación después de 14 días de ensayo. Para la realización de los ensayos se prepararon tres especímenes con un 1 % de fibra de bambú y tres especímenes sin fibra, correspondientes a muestra patrón. Los resultados muestran un aumento en la resistencia a la compresión del concreto al 1 % de fibra de bambú, registrándose el valor más alto de 219,8 kg/cm² en el espécimen N.º 3.

Análisis de datos

Para la presentación e interpretación de los resultados se usó Excel y para su validación se hizo uso del programa de análisis estadístico IBM SPSS Stats.

Prueba de Normalidad

A continuación, se realiza la prueba de normalidad a las muestras ensayadas a los 14 días. Se utilizó la fórmula de Shapiro –Wilk ya que la muestra es n=6 menor a 50. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

(H₀): No hay incidencias significativas en la resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú.

(H_a)=Al menos una de las muestras si tiene incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

Criterios de decisión Shapiro-Wilk:

Si el valor $p > 0.05$: Los datos son normales (pruebas paramétricas)

Si el valor $p \leq 0.05$: Los datos no son normales. (pruebas no paramétricas)

Tabla 19

Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 14 días.

Resistencia a la Compresión	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.315	6	0.063	0.716	6	0.009

La Tabla N° 19 ofrece un nivel de significancia inferior a 0.05, más precisamente de 0.009. Este aspecto sugiere que los datos aportados no siguen una distribución normal, razón por la cual se opta por la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis para muestras independientes, con el objetivo de comprobar si existen diferencias entre muestras de fibra de bambú y muestras sin esta, a los 14 días de ensayo en condiciones diferentes, planteando la H₀ contra la H_a.

Homogeneidad de varianzas

Dado que no existe normalidad en los datos, no se aplicará la prueba de análisis de varianzas (ANOVA), no se requiere realizar la prueba de homogeneidad para estas muestras estudiadas.

Prueba Kruskal-Wallis

Tabla 20

Prueba Kruskal-Wallis a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 14 días.

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
N total	6
Estadístico de prueba	<u>3.971^{a,b}</u>
Grado de libertad	1
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.046

Tabla 21

Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Wallis

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La distribución de Resistencia a la Compresión es la misma entre categorías de grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.046	Rechaza la hipótesis nula.

Los resultados conseguidos a partir de la prueba de Kruskal-Wallis revelaron un $p = 0.046$, inferior al límite de significancia marcado ($\alpha = 0.05$) y se rechaza la hipótesis nula, lo que confirma que existen diferencias estadísticamente significativas en los grupos analizados. Por esta razón, concluyéndose que al menos uno de los grupos tiene efecto significativo con respecto a la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 22

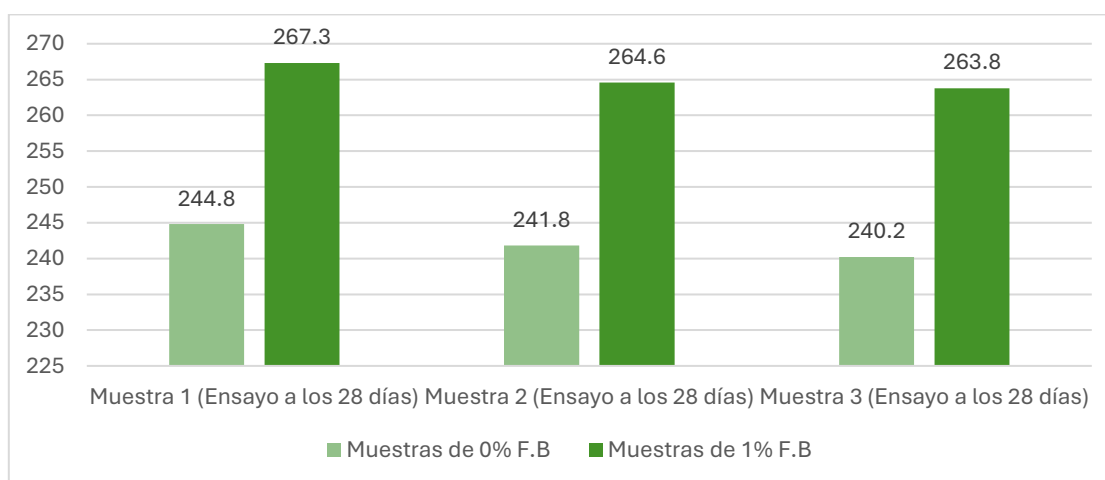
Resultados de RC de las muestras de concreto sin y con fibra de bambú al 1% a los 28 días.

RC (Kg/m ²)	0%	1%
Muestra 1 (Ensayo a los 28 días)	244.80	267.30
Muestra 2 (Ensayo a los 28 días)	241.80	264.60
Muestra 3 (Ensayo a los 28 días)	240.20	263.80

Nota. Datos tomados de la tabla 1 resultados de ensayos.

Figura 6

Gráfico muestra patrón vs muestra 1% FB a los 28 días.



Los ensayos de resistencia a la compresión a cilindros de hormigón de la tabla 22 y figura 6 muestran el ensayo para incorporar un 1% de fibra de bambú, así como también

la muestra patrón a los 28 días sin reflexión de fibras. Los ensayos se ejecutaron sobre tres cilindros con 1% de fibra de bambú y tres cilindros sin fibra reconocida muestra patrón, el ensayo evidencia una leve alteración en la resistencia a la compresión del hormigón por la adición de fibra de bambú, siendo el valor máximo el alcanzado de 267.30 kg/cm² en la muestra N° 1.

Análisis de datos

Para la presentación e interpretación de los resultados se usó Excel y para su validación se hizo uso del programa de análisis estadístico IBM SPSS Stats.

Prueba de Normalidad

A continuación, se realiza la prueba de normalidad a las muestras ensayadas a los 28 días. Se utilizó la fórmula de Shapiro –Wilk ya que la muestra es $n=6$ menor a 50. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

(H₀): No hay incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú.

(H_a)=Al menos una de las muestras si tiene incidencia significante en la resistencia a la compresión del concreto.

Criterios de decisión Shapiro-Wilk:

Si el valor $p > 0.05$: Los datos son normales (pruebas paramétricas)

Si el valor $p \leq 0.05$: Los datos no son normales. (pruebas no paramétricas)

Tabla 23

Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 28 días.

	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Compresión	0.285	6	0.138	0.804	6	0.064

Con base en los resultados consignados en la Tabla N.º 23, se obtuvo un valor de significancia de 0.064, superior al nivel de 0.05, lo que indica que los datos presentan una distribución normal. En consecuencia, se procedió a aplicar el análisis de varianza (ANOVA) con el propósito de determinar si la incorporación de fibra de bambú produce efectos significativos sobre la resistencia a la compresión del concreto simple, mediante la contrastación de la hipótesis nula (H₀) frente a la hipótesis alternativa (H_a).

Homogeneidad de varianzas

Antes de llevar a cabo el análisis de varianza (ANOVA), resulta fundamental comprobar el cumplimiento de la homogeneidad de varianzas, que es uno de los supuestos que fundamentan este análisis, y se traduce en que la variabilidad de la variable dependiente, que en este caso es la resistencia a compresión del concreto, tiene que ser homogénea en los tratamientos que se comparan en la evaluación, en este caso la muestra patrón versus la muestra incorporando el 1% de fibra de bambú.

Para aceptar esta suposición, se empleó la prueba de Levene, la cual ayudó a determinar si hay diferencias significativas en la variabilidad entre los grupos.

Hipótesis:

(H₀): Las varianzas son iguales

(H_a): Al menos una varianza es diferente.

(Sig):

Si Sig. > 0.05 no se rechaza H₀, las varianzas son homogéneas.

Si Sig. ≤ 0.05 se rechaza H₀ las varianzas no son homogéneas.

Tabla 24

Prueba de Homogeneidad a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 28 días.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig. ^a
Resistencia a la Compresión	Se basa en la media	0.172	1	4	0.700
	Se basa en la mediana	0.097	1	4	0.772
	Se basa en la mediana y con el ajustado	0.097	1	3.975	0.772
	Se basa en la media recortada	0.166	1	4	0.705

Los datos mostrados en la Tabla N°24 corresponden a la evaluación de la homogeneidad de varianzas en especímenes de concreto con 0% y 1% de fibra de bambú, ensayados a los 28 días. Dado que los valores de significancia obtenidos superan el nivel de 0,05, se concluye que no existen diferencias significativas entre las varianzas de los grupos comparados, asumiéndose así la igualdad de varianzas entre ellos.

Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis de varianza se utiliza para comparar las medias de varios grupos y establecer si las diferencias observadas entre ellas responden a un efecto real o pueden atribuirse a variaciones aleatorias. Se aplicó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (95% de confianza).

Tabla 25

Prueba de ANOVA a muestras de concreto sin y con 1% de FB ensayadas a los 28 días.

Resistencia a la Compresión los 28 días					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig. ^a
Entre grupos	791.202	1	791.202	179.479	0.000
Dentro de grupos	17.633	4	4.408		
Total	808.835	5			

Los resultados obtenidos a partir de la prueba ANOVA evidenciaron un valor de $p = 0.000$, inferior al nivel de significancia establecido de 0.05. En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula, lo que demuestra la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las muestras analizadas. Por tanto, se concluye que al menos una de las muestras ejerce una influencia significativa sobre el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto.

Objetivo 3 Determinar la influencia de la fibra de bambú al 1.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025

A continuación, se presenta en la tabla 16 con los resultados de los ensayos a compresión de las muestras de concreto simple sin y con fibra de bambú al 1.5% elaborado en Satipo 2025.

Tabla 26

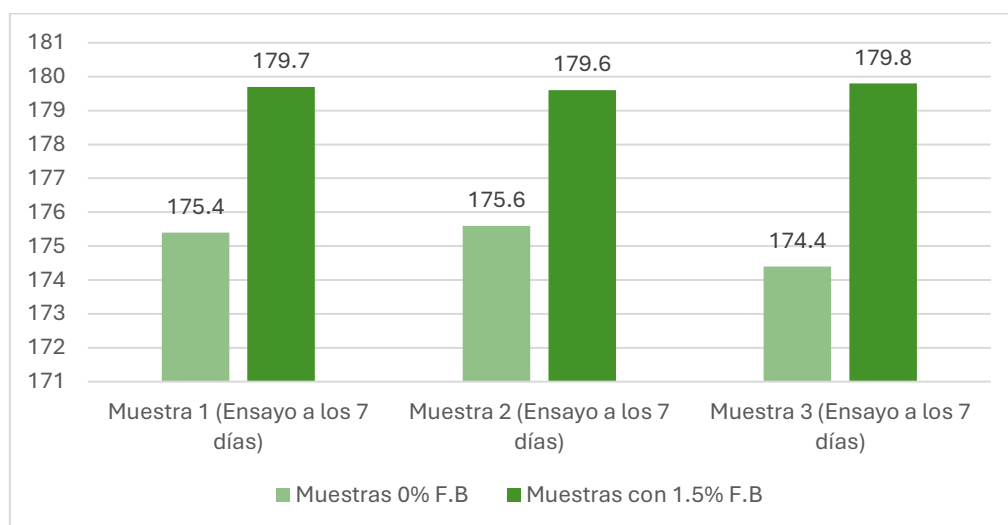
Resultados del ensayo de RC sin y con 1.5% FB los 7 días.

RC (Kg/m2)	0%	1.5%
Muestra 1 (Ensayo a los 7 días)	175.40	179.70
Muestra 2 (Ensayo a los 7 días)	175.60	179.60
Muestra 3 (Ensayo a los 7 días)	174.40	179.80

Nota. Datos tomados de la tabla1 resultados de ensayos.

Figura 7

Gráfico muestra patrón vs muestra 1.5% FB a los 7 días.



Los resultados que se muestran en la tabla 26 y en la figura 7 son los obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de hormigón con la adición de un 1.5 % de fibra de bambú y de la muestra patrón sin fibras, siendo a los 7 días, según se describió anteriormente. Para el desarrollo de los ensayos se tomaron tres especímenes con un contenido de 1.5 % de fibra de bambú y tres especímenes sin fibras, las que se consideran como muestra patrón. Adicional, un ligero aumento en la resistencia a la compresión del hormigón con la adición de fibra de bambú, con un máximo de 179.8 kg/cm² para el espécimen N.º 3.

Análisis de datos

Para la presentación e interpretación de los resultados se usó Excel y para su validación se hizo uso del programa de análisis estadístico IBM SPSS Stats.

Prueba de Normalidad

A continuación, se realiza la prueba de normalidad a las muestras ensayadas a los 7 días. Se utilizó la fórmula de Shapiro –Wilk ya que la muestra es $n=6$ menor a 50. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

(H₀): No hay incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú.

(H_a)=Al menos una de las muestras si tiene incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

Criterios de decisión Shapiro-Wilk:

Si el valor $p > 0.05$: Los datos son normales (pruebas paramétricas)

Si el valor $p \leq 0.05$: Los datos no son normales. (pruebas no paramétricas)

Tabla 27

Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 7 días.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Compresión a los 7 días	0.305	6	0.084	0.788	6	0.046

Las pruebas realizadas en la tabla N° 27 presentan un nivel de significancia de 0.046 el cual resulta ser inferior a 0.05, lo que se puede interpretar como que las distribuciones de los datos no presentan una normalidad. Por lo tanto, la prueba no paramétrica, Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes, fue la que se utilizó para concluir si existe diferencia entre las dos muestras con y sin fibra de bambú una vez transcurridos los 7 días de ensayadas las distintas pruebas, por cual se procedió a la comparación de la hipótesis nula (H_0) con la hipótesis alternativa (H_a).

Homogeneidad de varianzas

Dado que no existe normalidad en los datos y no se aplicará la prueba de análisis de varianzas (ANOVA), no se requiere realizar la prueba de homogeneidad para estas muestras estudiadas.

Prueba Kruskal-Wallis

Tabla 28

Prueba Kruskal-Wallis a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 7 días.

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
N total	6
Estadístico de prueba	3,857 ^{a,b}
Grado de libertad	1
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0,050

Tabla 29

Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Wallis

Resumen de contrastes de hipótesis				
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La distribución de Resistencia a la compresión a los 7 días es la misma entre categorías de grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,050	Rechaza la hipótesis nula.

Los resultados obtenidos con la prueba de Kruskal-Wallis mostraron un valor igual a $p = 0.050$, el cual es equivalente al nivel de significación establecido ($\alpha = 0.05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, lo cual demuestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la variable evaluada. Por lo tanto, se concluye que al menos uno de los grupos afecta significativamente la resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 30

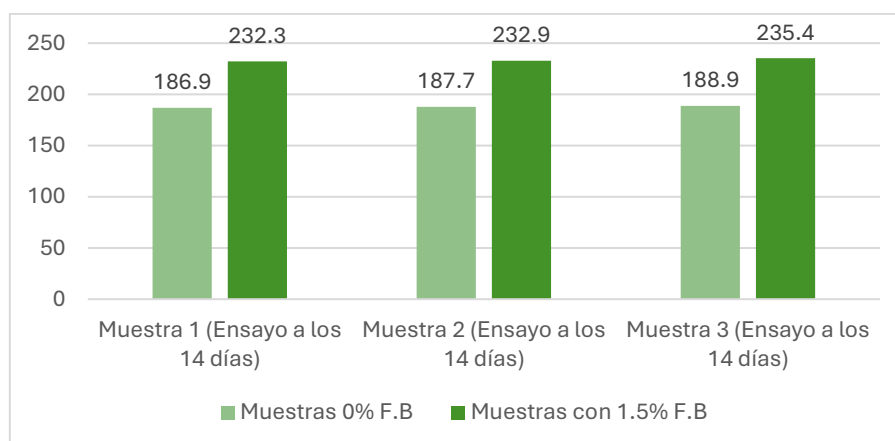
Resultados de RC de las muestras de concreto sin y con fibra de bambú al 1.5% a los 14 días

RC (Kg/m ²)	0%	1.5%
Muestra 1 (Ensayo a los 14 días)	186.90	232.30
Muestra 2 (Ensayo a los 14 días)	187.70	232.90
Muestra 3 (Ensayo a los 14 días)	188.90	235.40

Nota. Datos tomados de la tabla1 resultados de ensayos.

Figura 8

Gráfico muestra patrón vs muestra 1.5% FB a los 14 días



La tabla 28 y figura 8 muestran los resultados del ensayo de resistencia a la compresión a cilindros de concreto con la incorporación de un 1.5% de fibra de bambú, así como en la muestra patrón sin adición de fibras a los 14 días. Los ensayos se efectuaron sobre a tres especímenes con 1.5% de fibra de bambú y tres especímenes sin fibra denominada muestra patrón. Los resultados evidencian un ligero incremento en la resistencia a la compresión del concreto con la adición de fibra de bambú, siendo el valor máximo alcanzado de 235.40 kg/cm² en la muestra N° 3.

Análisis de datos

Para la presentación e interpretación de los resultados se usó Excel y para su validación se hizo uso del programa de análisis estadístico IBM SPSS Stats.

Prueba de Normalidad

A continuación, se realiza la prueba de normalidad a las muestras ensayadas a los 14 días. Se utilizó la fórmula de Shapiro –Wilk ya que la muestra es $n=6$ menor a 50. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

(H₀): No hay incidencias relevantes en la resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú.

(H_a): Al menos una de las muestras si tiene incidencia relevante en la resistencia a la compresión del concreto.

Criterios de decisión Shapiro-Wilk:

Si el valor $p > 0.05$: Los datos son normales (pruebas paramétricas)

Si el valor $p \leq 0.05$: Los datos no son normales. (pruebas no paramétricas)

Tabla 31

Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 14 días.

Resistencia a la Compresión	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0.308	6	0.079	0.725	6	0.011

De acuerdo con la Tabla 31, la correspondencia con el nivel de significancia alcanzó el valor de 0,011, lo cual es menor que 0,05, por lo tanto, es evidente que no se ajusta a una distribución normal. Por este motivo, se decidió aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para muestras independientes, que permite determinar si existe alguna diferencia entre las muestras en el caso con fibra de bambú y en el caso sin ella a los 14 días de ensayo, contrarrestando la H₀ con la H_a.

Homogeneidad de varianzas

Dado que no existe normalidad en los datos y no se aplicará la prueba de análisis de varianzas (ANOVA), no se requiere realizar la prueba de homogeneidad para estas muestras estudiadas.

Prueba Kruskal-Walls

Tabla 32

Prueba Kruskal-Wallis a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 14 días.

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
N total	6
Estadístico de prueba	3.857 ^{a,b}
Grado de libertad	1
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.050

Tabla 33

Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Wallis

Resumen de contrastes de hipótesis			
	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}
1	La distribución de Resistencia a la Compresión es la misma entre categorías de grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0.050
			Decisión Rechaza la hipótesis nula.

Se puede evidenciar que la muestra presenta un valor de $p = 0.05$, coincidiendo con el nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Desde una perspectiva estadística, esto indica que al menos uno de los grupos difiere de los demás, lo que implica que al menos uno de ellos exhibe un efecto significativo en la resistencia a la compresión.

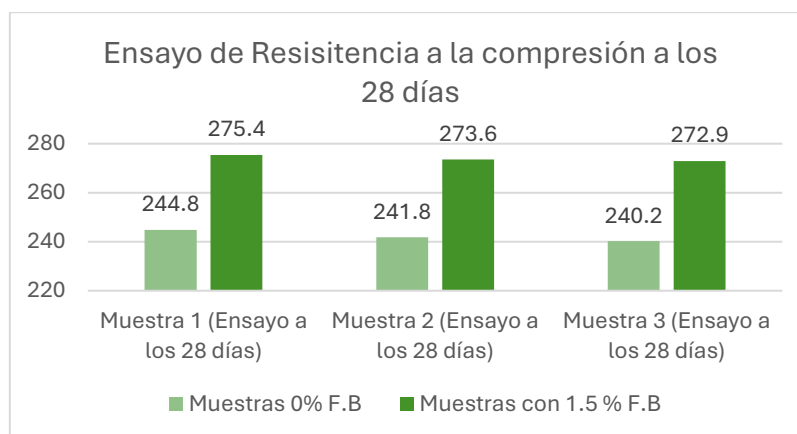
Tabla 34

Resultados del ensayo RC sin y con 1.5% FB los 28 días.

RC (Kg/m ²)	0%	1.5%
Muestra 1 (Ensayo a los 28 días)	244.80	275.40
Muestra 2 (Ensayo a los 28 días)	241.80	273.60
Muestra 3 (Ensayo a los 28 días)	240.20	272.90

Figura 9

Gráfico muestra patrón vs muestra 1.5% FB a los 28 días



Los resultados en la Tabla 31 y la Figura 9 pertenecen al ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto cuya superficie contenía la adición de un 1.5 % de fibra de bambú con respecto a la mezcla control (sin adición de fibra) a los 28 días. Para realizar los ensayos se emplearon tres especímenes con un 1.5 % de fibra de bambú y tres especímenes sin fibra, considerados como la mezcla control.

Los resultados arrojan una leve mejora en resistencia a la compresión del concreto, con el valor máximo de 275.40 kg/cm² reportado en el espécimen N.º 1.

Análisis de datos

Para la presentación e interpretación de los resultados se usó Excel y para su validación se hizo uso del programa de análisis estadístico IBM SPSS Stats.

Prueba de Normalidad

A continuación, se realiza la prueba de normalidad a las muestras ensayadas a los 28 días. Se utilizó la fórmula de Shapiro –Wilk ya que la muestra es $n=6$ menor a 50. Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

(H₀): No hay incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú.

(H_a)=Al menos una de las muestras si tiene incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

Criterios de decisión Shapiro-Wilk:

Si el valor $p > 0.05$: Los datos son normales (pruebas paramétricas)

Si el valor $p \leq 0.05$: Los datos no son normales. (pruebas no paramétricas)

Tabla 35

Prueba de normalidad a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 28 días.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Compresión	0.302	6	0.094	0.761	6	0.026

La tabla N° 35, los resultados mostraron un nivel de significancia de 0.026 menor a 0.05 lo que sugiere que los datos no tienen una distribución normal. Por lo tanto, se procedió a utilizar la prueba no paramétrica, Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes, la cual permitió analizar si existe diferencia entre las muestras con y sin

fibra de bambú a los 28 días de ensayadas, comparando la hipótesis nula (H_0) con la hipótesis alternativa (H_a).

Homogeneidad de varianzas

Dado que no existe normalidad en los datos, no se aplicará la prueba de análisis de varianzas (ANOVA), no se requiere realizar la prueba de homogeneidad para estas muestras estudiadas.

Prueba Kruskal-Wallis

Tabla 36

Prueba Kruskal-Wallis a muestras de concreto sin y con 1.5% de FB ensayadas a los 28 días.

Resumen de prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
N total	6
Estadístico de prueba	3.857 ^{a,b}
Grado de libertad	1
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.050

Tabla 37

Resumen de Contraste de hipótesis prueba Kruskal-Wallis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig. ^{a,b}	Decisión
1	La distribución de Resistencia a la compresión a los 28 días es la misma entre categorías de grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	0,050	Rechace la hipótesis nula.

Los resultados de la prueba de Kruskal-Wallis indicaron que existe un $p=0.05$ coincidiendo con el umbral de significancia previamente fijado ($\alpha = 0.05$); en consecuencia, se procedió a rechazar la hipótesis nula. Esto sugiere que desde el punto de vista estadístico al menos uno de los grupos resulta un diferente entre sí, lo que implica que al menos uno de ellos tiene efecto significativo en la resistencia a la compresión.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo con el primer objetivo específico, orientado a determinar la influencia de la incorporación del 0.5% de fibra de bambú sobre la resistencia a la compresión del concreto simple producido en Satipo, durante el periodo del 2025. Se obtuvo que la mayor resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú al 0.5% de las muestras ensayadas con la concentración de 0.5 % de fibra de bambú fue de $f'_c=256.80 \text{ kg/cm}^2$ alcanzada a los 28 días en la muestra N° 3, la cual fue comparada con la mayor resistencia alcanzada en la muestra patrón sin la incorporación de fibra de bambú la cual fue $f'_c=244.80 \text{ kg/cm}^2$, ensayada a los 28 días, pero siendo en este caso la muestra N°1. Cabe resaltar que las tres (03) muestras ensayas con la incorporación 0.5% de fibra de bambú evidenciaron incremento en la resistencia a la compresión del concreto.

Estos resultados evidencian que existe una influencia de la fibra de bambú al 0.5% en la resistencia del concreto. Posteriormente se procedió a realizar el análisis estadístico con el programa SPSS, a los resultados de las muestras de concreto con y sin FB con 0.5% para cada edad del concreto 7, 14 y 28 días se pudo notar que los valores de significancia obtenidos en las diferentes edades del concreto fueron menores e iguales a $\alpha=0.05$, evidenciando que al menos una de las muestras tiene incidencia significativa en la resistencia a la compresión.

El segundo objetivo específico estuvo enfocado en determinar la influencia de la adición de un 1 % de fibra de bambú sobre la resistencia a compresión de un concreto simple elaborado en Satipo durante el año 2025. Los resultados muestran que la máxima resistencia a compresión para un concreto con adición de fibra llegado al 1 % fue de $f'_c = 267.30 \text{ kg/cm}^2$, alcanzándose dicha resistencia a los 28 días de curado en la muestra N.º 1. Por el contrario, la máxima resistencia alcanzada por la muestra de referencia, que no contenía adición de fibra de bambú, fue de $f'_c = 244.80 \text{ kg/cm}^2$, también evaluada a los 28 días de curado. Del mismo modo, se observó que las tres muestras elaboradas con adición de un 1 % de fibra de bambú mostraron un aumento en la resistencia a compresión del concreto con respecto a la muestra de referencia.

Los resultados que se obtuvieron son compatibles con la hipótesis inicial formulada respecto a la resistencia a la compresión del concreto, se apreció el efecto influyente de la incorporación de un 1% de fibra de bambú en el concreto. Posteriormente, se procedió al análisis estadístico mediante el empleo del programa SPSS, con los resultados de las muestras de concreto de las que se había determinado la resistencia a la compresión, con y sin la incorporación de la fibra de bambú, para las edades de 7, 14 y

28 días. Los valores de significancia se obtuvieron iguales o por debajo del nivel de significancia establecido ($\alpha = 0.05$), por lo que se determinó que al menos una de las muestras sí produce efecto de forma estadísticamente significativa en la resistencia a la compresión del concreto.

Con respecto al tercer objetivo específico planteado, se buscó determinar la influencia de la adición de fibra de bambú al 1.5% sobre la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, en 2025. Se obtuvo que la mayor resistencia a la compresión del concreto con fibra de bambú al 1.5% a los 28 días fue $f'c = 275.40 \text{ kg/cm}^2$ en la muestra N° 1, en comparación con la mayor resistencia observada en la muestra de referencia sin incorporación de fibra de bambú, evaluada a la misma edad de 28 días, la cual fue $f'c = 244.80 \text{ kg/cm}^2$. Cabe destacar que las tres muestras evaluadas con la adición del 1.5% de fibra de bambú mostraron un incremento en la resistencia a la compresión del concreto, evidenciando, por tanto, el efecto positivo de la fibra de bambú sobre dicha propiedad.

Posteriormente, se efectuó el procesamiento y análisis estadístico de los resultados mediante el software SPSS, de esta manera se realizó el análisis de varianzas (ANOVA) para las muestras paramétricas y Kruskal-Wallis para las muestras no paramétricas, a los resultados de las muestras de concreto con y sin FB(fibra de bambú) con 1% para cada edad del concreto 7, 14 y 28 días, obteniendo valores de significancia iguales a $\alpha = 0.05$, evidenciando que al menos una de las muestras de concreto, se demostró que la resistencia a la compresión sí tiene incidencia al haber incorporado el 1% de fibra de bambú.

Los resultados relacionados con el tercer objetivo mostraron que la mayor resistencia a la compresión del concreto se obtuvo con una dosificación de 1.5 de fibra de bambú a los 28 días de curado, destacándose entre las 36 probetas cilíndricas evaluadas. Además, estos hallazgos corroboran los resultados reportados en investigaciones previas (Ahmad et al., 2023; Karthikeyan et al., 2021; Azuwa, 2024), las cuales evidenciaron que la incorporación de fibra de bambú en concretos mejora sus propiedades físicas y mecánicas, trabajando con proporciones semejantes a las utilizadas en este estudio.

V. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos y de los análisis desarrollados durante la investigación realizada, se presentan a continuación las principales conclusiones de la investigación el cual está orientado en permitir determinar el comportamiento del concreto simple elaborado en Satipo durante el año 2025, frente a la incorporación de fibra de bambú y su efecto a la resistencia a la compresión.

Se determinó durante esta investigación que existe influencia de la fibra de bambú al 0.5% en el diseño de mezcla de un concreto simple de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ logrando incrementar su resistencia a $f'c = 256.80 \text{ kg/cm}^2$ comparada con la muestra denominada patrón sin incorporar la de fibra de bambú de $f'c = 244.80 \text{ kg/cm}^2$, se obtuvo un resultado favorable en el aumento de la resistencia del concreto. Del mismo modo el análisis estadístico realizado mediante el programa SPSS, análisis de varianzas (ANOVA) para las muestras paramétricas y Kruskal-Wallis para las muestras no paramétricas, los resultados afirmaron que al menos una de las muestras tiene incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto simple de Satipo. Debido a que los valores de significancia para cada edad del concreto fueron menores e iguales al valor de $\alpha = 0.05$ establecido, ($p = 0.039$ a los 7 días, $p = 0.05$ a los 14 días y $p = 0.001$ a los 28 días).

En relación con la adición de la fibra de bambú al 1 % en el diseño de mezcla de un concreto simple de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se observó un incremento de su resistencia a $f'c = 267.30 \text{ kg/cm}^2$ comparada con la muestra denominada patrón sin la incorporación de fibra de bambú la cual fue $f'c = 244.80 \text{ kg/cm}^2$. Se obtuvo un efecto favorable al incrementar la resistencia del concreto. Asimismo, el análisis estadístico realizado mediante el programa SPSS, análisis de varianzas (ANOVA) para las muestras paramétricas y Kruskal-Wallis para las muestras no paramétricas, los resultados afirmaron que al menos una de las muestras tiene incidencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto simple de Satipo. Debido a que los valores de significancia para cada edad del concreto fueron menores e iguales al valor de $\alpha = 0.05$ establecido, ($p = 0.003$ a los 7 días, $p = 0.046$ a los 14 días y $p = 0.000$ a los 28 días).

Con respecto a la incorporación del 1,5 % de fibra de bambú en el concreto simple fabricado en Satipo durante el 2025 para lo que se tiene la siguiente información que los resultados demuestran con claridad que dicha incorporación da lugar a una influencia significativa sobre la resistencia a la compresión alcanzando un valor máximo de $f'c = 275.40 \text{ kg/cm}^2$ que es superior al que se ha obtenido con la muestra patrón sin la

incorporación de la fibra, que ha dado lugar a un valor de la resistencia de $f'_c = 244.80 \text{ kg/cm}^2$; además el análisis estadístico que ha sido elaborado con ayuda de la computadora y del programa SPSS, aplicando la prueba de Kruskal-Wallis para muestras no paramétricas, nos demuestra en términos generales que al menos uno de los grupos de las muestras evaluadas produce un efecto significativo sobre la resistencia a la compresión del concreto simple fabricado en Satipo; conclusiones que se soportan en que los valores de significancia obtenidos para los diferentes días de edad del concreto son iguales o menores que el nivel establecido ($\alpha = 0,05$) obteniendo valores de $p = 0,050$ a los 7 días; $p = 0,050$ a los 14 días; $p = 0.50$ a los 20 días.

Al comparar los valores de los resultados a la compresión obtenidas en las diferentes dosificaciones de fibra de bambú evaluadas, correspondiente a las proporciones de 0.5%, 1% y 1.5%, esta permitió demostrar que todas las proporciones evaluadas ejercen una influencia favorable sobre el comportamiento mecánico del concreto. Sin embargo, el rendimiento óptimo y favorable se obtuvo con la incorporación de 1.5% de fibra de bambú, presentando un mejor desempeño mecánico logrando alcanzar así una resistencia máxima de $f'_c = 275.40 \text{ kg/cm}^2$. Por consiguiente y en base a las condiciones experimentales consideradas y registradas, se obtienen un efecto positivo concerniente a las propiedades mecánicas de diseño inicial de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar ensayos experimentales para analizar muestras de concreto con una resistencia especificada de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, tanto con la incorporación de fibras de bambú como sin ella, empleando dosificaciones superiores a las evaluadas en la presente investigación. Este enfoque permitirá verificar si la influencia de dichas fibras continúa siendo favorable en el desempeño mecánico del concreto reforzado con fibras de bambú.

De la misma manera, se recomienda desarrollar investigaciones que analicen y comparen de manera más profunda el grado de incidencia de la calidad de los agregados provenientes de otras zonas, el tipo y calidad del cemento, así como la relación agua/cemento (A/C) sobre las propiedades mecánicas del concreto, la cual fue elaborado con la incorporación de la fibra de bambú, en dosificaciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%. Este enfoque permitirá identificar el grado de incidencias del origen de los agregados y su efecto conjunto en el comportamiento del concreto.

Asimismo, se sugiere realizar estudios con las mismas proporciones de fibra de bambú usadas en esta investigación 0.5%, 1% y 1.5% en concreto simple, evaluando la retracción por secado, para determinar si las fibras de bambú ayudan a controlar las microfisuras iniciales.

Se recomienda estudiar la viabilidad financiera al obtener y procesar artesanalmente el bambú local frente a la compra de refuerzos industriales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahmad, J., Zhou, Z., & Deifalla, A. (2023). Structural properties of concrete reinforced with bamboo fibers: a review. *jmr&t - Journal of Materials Research and Technology*, 24, 844-865. doi:10.1016/j.jmrt.2023.03.038
- Akhtarul, I. (2024, mayo). Fibra de bambú: una solución sostenible para la fabricación textil. *ScienceDirect*, 7. Tratto da <https://doi.org/10.1016/j.bamboo.2024.100088>
- Alghamdi, S. (2023). Determining the mix design method for normal strength concrete using machine learning. *J. Umm Al-Qura Univ. Eng.Archit.*, 1-10. doi:10.1007/s43995-023-00022-4
- Arcila, S. (2024). *Influencia de las fibras de Bambú en las propiedades mecánicas del concreto:una revisión*. Tesis de Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel. Tratto da <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/14325>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de Investigación. Introducción a la metodología Científica* (6TA ed.). Caracas, Venezuela: Episteme C,A.
- Aryanto, A., & Muliohardjo, A. (2023). EFFECT OF MACRO-SYNTHETIC POLYPROPYLENE FIBER ON MECHANICAL PROPERTIES AND DRYING SHRINKAGE CRACKING OF SELF-CONSOLIDATING CONCRETE. *International Journal of GEOMATE*, 24(101), 60-67. doi:10.21660/2023.101.g12266
- Asres, M., Zerayohannes, G., Zekaria, A., & Addissie, N. (2026). Impacto de la fibra de bambú en las propiedades mecánicas a lo largo del hormigón. *Revista de Fibras Naturales*, 23(1). doi:<https://doi.org/10.1080/15440478.2025.2609334>
- Azuwa, S. (2024, enero 30). Revisión de la Observación experimental sobre el comportamiento estructural de vigas de hormigón armado con bambú. *Heliyon*, 10(2).
- Barco, L., López, J., Del Carpio, F., & Rodriguez, M. (2023, octubre 21). Control del calor de hidratación del hormigón f'c 210 kg/cm2 con aditivo superplastificante en edificios urbanos. *Salud, Ciencia y Tecnologia- Serie de Conferencias*, 534(2), 1-16. doi:<https://doi.org/10.56294/sctconf2023534>
- Barturén, C., & Durand, D. (2025). *Propuesta de concretos con cementos adicionados y fibras estructurales para mitigar la fisuración por contracción plástica y por secado en edificios de ductilidad limitada en Lima*. Tesis de pregrado, Universidad Perú de Ciencias Aplicadas, Lima.

- Bazán, A., Cruzado, J., & Carrión, K. (2023, julio 21). Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón reforzado con un 0.5% de fibra de bambú, utilizando el esclerómetro y el ensayo de resistencia a la compresión. *21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework"*, 1-8.
- Bernal, J., & Jarrín, X. (2021). *Implementación de fibra vegetal (bambú) en hormigón armado*. Tesis de pregrado, Cuenca-Ecuador. Tratto da <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11182>
- Briceño, E., & Castro, R. (2024). *Evaluación de las propiedades físico-mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición porcentual de fibra de bambú*. Tesis de pregrado, Yurimaguas.
- Chen, C., Li, H., Dauletbek, A., Shen, F., Hui, D., Gaff, M., . . . Ashraf, M. (2021). Properties and Applications of Bamboo Fiber—A Current-State-of-the Art. *Journal of Renewable Materials*, 1-19. doi:10.32604/jrm.2022.018685
- Espinoza, E., & Calva, D. (2020, Jul.-Ago 02). La ética en las investigaciones educativas. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(4), 333-340.
- Galvez, D. (2023, mayo 29). *La fisuración del concreto: un problema inevitable pero controlable*. Tratto da blog.pucp.edu.pe/blog/grupocivilizate/tag/didier-galvez-carrion/
- Ganto, J. (2022). *Adición de cenizas de hojas de bambú con fibras de polipropileno para mejorar propiedades mecánicas del concreto $f'c=280$ kg/cm²*. Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo, Esc. Ing. Civ., Lima. Tratto da <https://hdl.handle.net/20.500.12692/106691>
- Gao, J. (2024). *Análisis del efecto de la incorporación de fibras de bambú en mezclas de concreto hidráulico*. Tesis de pregrado, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Tratto da <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/items/1ef3590f-dd1f-448b-bee0-5dc19c6ac02b>
- García, N. (2020). *Primordiales problemas de la durabilidad del concreto: Una Revisión General*. Trabajo de grado en la modalidad Monografía, Universidad Santo Tomás Primer Claustro Universitario Colombiano. Tratto da <https://repository.usta.edu.co/server/api/core/bitstreams/15c36000-8e3f-42e8-a14f-acbbf902c075/content>

- gcpat.mx. (2020, diciembre 18). *Comprendiendo el agrietamiento en el concreto residencial; Control y Prevención*. Tratto da GCP Applied Technologies: <https://gcpat.mx/es-la/about/news/blog/understanding-cracks-residential-concrete-control-and-prevention#:~:0>.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGRAW-HILL.
- Huaman, D. (2025). Influencia de las fibras de bambú en las propiedades mecánicas del concreto. *alicia.concytec.gob.pe*. Tratto da https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_8ad8dd72c306179bb16f093ed633ca71
- Ibáñez, M. (2023). *Estudio de las Propiedades Físico Mecánicas del Concreto en estado Fresco y Endurecido adicionando Fibras de Bambú*. Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán, Esc. Ing. Civ., Pimentel. Tratto da <https://hdl.handle.net/20.500.12802/11861>
- Karthikeyan, GShyamala, Gebreyowhanse, H., & Kumarasamy. (2021). Strength Properties of Bamboo Fiber Reinforced Concrete. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* (p. 1-10). Etiopía: IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/981/3/032063
- Mahajan, L., Mahadik, S., & Bhagat, S. (2020). Investigation of Fly Ash Concrete by Slump Cone and Compaction Factor Test. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 970, p. 1-7. India: IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/970/1/012011
- Miao, Y., Lu, Z., Wang, F., Wang, H., Lin, J., & Jiang, J. (2023). Shrinkage cracking evolvement in concrete cured under low relative humidity and its relationship with mechanical development. *Journal of Building Engineering*, 72. doi:10.1016/j.jobbe.2023.106670
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2019). *Normas E.060 Concreto Armado*. Tratto da <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>
- Mohamad, N., Muthusamy, K., Embong, R., Kusbiantoro, A., & Hashim, M. (2022). Environmental impact of cement production and Solutions: A review. *Materialstoday: Proceedings*, 48(4), 741-746. doi:10.1016/j.matpr.2021.02.212

- Ortiz, D., Ramón, J., & Bonilla, C. (2025, mayo-agosto). Concreto reforzado bajo ataque: revisión de patologías estructurales y métodos de intervención avanzada. *Revista UFPS*, 30(2), 6-22. doi:<https://doi.org/10.22463/0122820X.5093>
- Osmi, S., Husen, H., Othman, M., Nor, N. S., & Termizi, M. (2024, marzo 21). Desempeño de la fibra de bambú en la modificación de las propiedades mecánicas del hormigón. *opencivilengineeringjournal*, 18. doi:DOI: 10.2174/0118741495288340240312050220
- Paredes, G. (2026). Fibra de bambú y resistencia a la compresión de un concreto simple en Cusco, 2025. *Alicia.concytec.gob.pe*. Tratto da https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCTB_cde09b1b4a4e9898fa7e7a483641498f/Description#tabnav
- Prado, K., Silva, F., & Bravo, G. (2020). Influence of granulometry, cement content, and moisture in the mechanical performance of the cemented crushed stone. *Transportes*, 28(1), 81-98. doi:10.14295/transportes.v28i1.1861
- psiconcreto.com. (2020, diciembre 28). *psiconcreto.com*. Tratto da Aditivos para concreto: claves para aumentar el desempeño de tu elemento: <https://psiconcreto.com/aditivos-para-concreto/>
- Rocha, C., & Ocrospoma, F. (2024, septiembre 17). Patologías del Concreto en un Canal de Riego. *Ciencia Latina Revista Multidisciplina*, 8(4). doi: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13050
- Sayyed, M., M. S., Sayyed, M., & Ali, Z. (2012, mayo). A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers. *Construction and Building Materials*, 30, 100-116. Tratto da <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061811006763>
- Silva, O. (s.f). *360enconcreto.com*. Tratto da Qué es la patología del concreto?: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/la-patologia-del-concreto/>
- Sotomayor, C. (2020). Entendiendo a Las fisuras y Grietas en Las Estructuras de Concreto. *Consulcreto*, 1-8. Tratto da <https://www.consultcreto.com/pdf/entendiendo.pdf>
- store.astm.org*. (2023, agosto 17). Tratto da Especificación estándar para agregados de concreto: https://store.astm.org/c0033_c0033m-18.html
- Sunarno, Y., Tjaronge, M. W., Irmawaty, R., & Muhiddin, A. B. (2022). Unit Weight of Foam Concrete Containing Blended Cement and Fly Ash. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 24(1), 36-41. doi:10.15294/jtsp.v24i1.34664

- Vaitkus, A., Andriejauskas, T., Sernas, O., Cygas, D., & Laurinavicius, A. (2019). DEFINITION OF CONCRETE AND COMPOSITE PRECAST CONCRETE PAVEMENTS TEXTURE. *TRANSPORT*, 34(3), 404-414. doi:10.3846/transport.2019.10411
- Wang, W., & Yue, Q. (2023). The Time Variation Law of Concrete Compressive Strength: A Review. *Applied Sciences*, 13, 1-15. doi:10.3390/app13084947
- Yunfei, G., Piergiorgio, T., & Cesare, S. (2023, agosto 1). The use of fibres in asphalt mixtures: A state of the art review,. *Construction and Building Materials*,, 390. Tratto da <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823014678>

ANEXOS

Anexo 1 Matriz de consistencia

Formulación Del Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables
Problema General: ¿Cuál es la influencia de la fibra de bambú en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025?	Hipótesis General: Existe influencia significativa de la fibra de bambú en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.	Objetivo General Determinar la influencia de la fibra de bambú en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.	
Problemas Específicos ¿Cuál es la influencia de la fibra de bambú al 0?5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025?	Hipótesis Específicas Existe influencia significativa de la fibra de bambú al 0.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.	Objetivos Específicos: Determinar la influencia de la fibra de bambú al 0.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.	Independiente Fibra de bambú D1: 0.5% de adición D2: 1% de adición D3: 1.5% de adición
¿Cuál es la influencia de la fibra de bambú al 1% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025?	Existe influencia significativa de la fibra de bambú al 1% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.	Determinar la influencia de la fibra de bambú al 1% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.	
¿Cuál es la influencia de la fibra de bambú al 1?5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025?	Existe influencia significativa de la fibra de bambú al 1.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.	Determinar la influencia de la fibra de bambú al 1.5% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en Satipo, 2025.	Dependiente Resistencia a la compresión

Anexo 2 Cuadro de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Fibra de bambú	Es un material natural renovable que se extrae directamente del bambú y se utiliza en diversas aplicaciones de ingeniería. Se caracteriza por su estructura compleja natural, pero posee excelentes propiedades mecánicas, lo que la hace valiosa en las industrias textil, de fabricación de papel, construcción y materiales compuestos. Sin embargo, las fibras de bambú pueden absorber fácilmente la humedad y son propensas a la corrosión, lo que limita su uso en ciertas aplicaciones de ingeniería (Chen et al., (2021).	Se añadirán fibras de bambú al 0.5%, 1% y 1.5% a la mezcla del concreto f'c 210 kg/cm2	0.5% de adición 1% de adición 1.5% de adición		Razón
Resistencia a la compresión	Es una propiedad mecánica esencial del concreto, que indica la capacidad del material para resistir cargas que tienden a reducir su tamaño. La resistencia a la compresión se mide generalmente en megapascals (MPa) y se determina mediante pruebas estándar en cilindros o cubos de concreto después de un período de curado especificado (Wang y Yue, (2023).	Se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión al concreto en los periodos de curado de 7, 14 y 28 días	Resistencia a la compresión en especímenes de concreto con y sin fibra de bambú.	$\geq 70\%$ a los 7 días $\geq 80\%$ a los 14 días $\geq 100\%$ a los 28 días	Intervalo

Anexo 3 Instrumento de recolección de datos
(planilla del ensayo de resistencia a la compresión)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO (NORMA: ASTM C39, NTP 339.034)									
TEMA : _____					EJECUTADO POR : _____				
MATERIAL : _____					ING. RESP. : _____				
CANTERA : _____					FECHA : _____				
UBICACIÓN : _____									

Roturas N° _____									
Dosificación (%)	Fecha		Curado	Carga Aplicada (kN)	Dimensiones		Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm ²)	FicPromedio (Kg/cm ²)
	Vaciado	Rotura			Diametro (cm)	Area (cm ²)			

OBSERVACIONES:	
----------------	--

Anexo 4 Panel fotográfico.

Foto 1 Ubicación de la toma de los Agregados
Agregado fino.



Nota. Material proveniente de la Carretera principal Bella Vista- Junin

Foto 2 Ubicación de la toma de los Agregados.
Agregado grueso.



Nota. Material proveniente de la Carretera principal Bella Vista- Junin

Foto 3 Toma de muestra del agregado fino



Nota. Material proveniente de la Carretera principal Bella Vista- Junin

Foto 4 Toma de muestra del agregado grueso



Nota. Material proveniente de la Carretera principal Bella Vista- Junin

Foto 5 Lugar de Obtención de las muestras de bambú



Nota. Obtención de la fibra de bambú en la región de Satipo

Foto 6 *Obtención y corte del bambú*



Nota. Obtención de la fibra de bambú en la región de Satipo

Foto 7 Corte de piezas entre 30 a 40 cms.



Foto 8 Piezas sumergidas en agua y facilitar la extracción de su fibra.



Nota. Imágenes tomadas durante el proceso de extracción de la fibra de bambú

Foto 9 Secado y extracción de la fibra de bambú.

(Corte longitudinales de aprox 0.5cm de ancho y de largo 35cm o 40 cm con la ayuda de un taladro)



Nota. Imágenes tomadas durante el proceso de extracción de la fibra de bambú

Foto 10 Proceso de obtención fibra de bambú a utilizar en este estudio.



Foto 11 Fibra de bambú a utilizar en los ensayos



Nota. Fibra de bambú a utilizar

Foto 12 Almacenamiento de la fibra de bambú



Nota. Fibra de bambú a utilizar

Foto 13 Muestras de los agregados a utilizar en el diseño de mezcla de concreto



Nota. Fotos de los pesos realizados a los agregados

Foto 14 Peso del cemento a utilizar en el diseño de mezcla del concreto



Foto 15 *Peso del agregado fino.*



Foto 16 *Peso del agregado grueso*



Foto 17 *Peso de los porcentajes de fibra de bambú a utilizar*



Foto 18 Mezcla de concreto con y sin fibra de bambú.



Foto 19 *Muestras del concreto en las probetas*



Nota. Imágenes tomadas durante los ensayos

Foto 20 *Cilindros de concretos a ensayar en diferentes edades.*



Foto 21 Ensayo a la compresión de las diferentes muestras de concreto.



Nota. Imágenes tomadas durante los ensayos.

Foto 22 Muestra patrón de concreto ensayada



Nota. Imágenes tomadas durante los ensayos.

Foto 23. Ensayo a la compresión de las diferentes muestras de concreto.



Foto 24 Muestra con porcentaje de fibra de bambú ensayada



Nota. Imágenes tomadas durante los ensayos

Anexos 5 Resultados de Ensayos de laboratorios.



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

RUC 20601742315

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO NTP 339.034 ASTM - C39

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE FISURAS POR CONTRACCIÓN POR SECADO EN CONCRETOS DE 210 KG/CMP ADICIONADOS CON FIBRA DE BAMBÚ, DISTRITO DE SATIPO, 2025"

REGISTRO: CISAC_2025_EC_1007

SOLICITANTE: BACH, NIKO MIRANDA NAUPARI

FECHA: 2 de Noviembre de 2025

UBICACIÓN: C. P. SATIPO, DISTRITO DE SATIPO - SATIPO - JUNÍN

RESP: B. B. C. I.

ENTIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO "BENEDICTO XVI" FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ELEMENTO: MUESTRA 0

MATERIAL: Concreto Fc' 210 Kg/cm²

ITEM	DESCRIPCIÓN	F'c kg/cm²	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAJO	EDAD (días)	Ø DIÁMETRO cm	AREA cm²	LECTURA PANEL DIGITAL (kg)	Res. Obs. (kg/cm²)	% DE ROTURA	PROMEDIO % DE ROTURA	TIPO DE FRACTURA
01	MUESTRA 0	210	26/10/2025	02/11/2025	7	15.00	176.70	30993	175.4	83.5	83.4	D
02						15.04	177.66	31191	175.6	83.6		D
03						15.06	178.16	31078	174.4	83.1		D
04						15.03	177.49	31279	176.2	83.9		D
05	MUESTRA 1 (0.5 % DE FIBRA DE BAMBÚ)	210	26/10/2025	02/11/2025	7	15.02	177.19	31321	176.8	84.2	84.3	D
06						15.01	177.00	31472	177.8	84.7		D
07						15.01	176.92	31720	179.3	85.4		D
08						15.03	177.42	31577	178.0	84.8	85.1	D
09	MUESTRA 2 (1.0 % DE FIBRA DE BAMBÚ)	210	26/10/2025	02/11/2025	7	15.04	177.56	31774	178.9	85.2		D
10						15.07	178.29	32029	179.7	85.5		D
11						15.05	177.90	31948	179.6	85.5	85.6	D
12						15.03	177.43	31906	179.8	85.6		D

Equipos utilizados:

Observaciones:

Prensa de Concreto PERUTEST 01, Vernier VERN 01, Neoprenes

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD Y MANTENIMIENTO

CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ing. Beto Brumer Calderon Irujo

Exp. 24785

TIPO DE FRACTURA

A CONO

B CONO Y ROTURA VERTICAL

C CONO Y CORTE

D CORTE

E COLLINAR

JIRÓN LAS HEROINAS SN LT 17 MZ 1 AA VV 14 DE FEBRERO, SATIPO - SATIPO - JUNÍN

congeotekingae@gmail.com 960913409 - 930560745

81



CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.

Ingeniería Especializada en Control de Calidad

RUC 20601742315

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO NTP 339.034 ASTM - C39														
PROYECTO:		*ANÁLISIS COMPARATIVO DE FISURAS POR CONTRACCIÓN POR SECADO EN CONCRETOS DE 210 KG/CM ² ADICIONADOS CON FIBRA DE BAMBÚ, DISTRITO DE SATIPO, 2025*						REGISTRO:		CISAC_2025_EC_1007				
SOLICITANTE:		BACH. NIKO MIRANDA NAUPARI						RESP.:		B. B. C. J.				
UBICACIÓN:		C. P. SATIPO, DISTRITO DE SATIPO - SATIPO - JUNÍN						FECHA:		9 de Noviembre de 2025				
ENTIDAD:		UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO "BENEDICTO XVI" FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA												
ELEMENTO:		MUESTRA 0												
MATERIAL:		Concreto Fc' 210 Kg/cm ²												
ITEM		DESCRIPCIÓN		F _c kg/cm ²	FECHA DE VACADO	FECHA DE ENSAJO	EDAD (dias)	Ø DIAMETRO cm	AREA cm ²	LECTURA PANEL DIGITAL (kg)	Re.Obt. (kg/cm ²)	% DE ROTURA	PROMEDIO % DE ROTURA	TIPO DE FRACTURA
01		MUESTRA 0		210	26/10/2025	09/11/2025	14	15.01	176.93	33074	186.9	89.0	89.4	D
02								15.02	177.19	33260	187.7	89.4		D
03								15.03	177.47	33516	188.9	89.9		D
04		MUESTRA 1 (0.5 % DE FIBRA DE BAMBÚ)		210	26/10/2025	09/11/2025	14	15.03	177.49	36966	208.3	99.2	99.7	D
05								15.04	177.66	37157	209.1	99.6		D
06								15.01	177.00	37276	210.6	100.3		D
07		MUESTRA 2 (1.0 % DE FIBRA DE BAMBÚ)		210	26/10/2025	09/11/2025	14	15.00	176.74	38704	219.0	104.3	104.4	D
08								15.03	177.42	38854	219.0	104.3		D
09								15.03	177.40	38997	219.8	104.7		D
10		MUESTRA 3 (1.5 % DE FIBRA DE BAMBÚ)		210	26/10/2025	09/11/2025	14	15.04	177.67	41268	232.3	110.6	111.2	D
11								15.05	177.90	41441	232.9	110.9		D
12								15.03	177.36	41756	235.4	112.1		D
Equipos Utilizados:		Prensa de Concreto PERUTEST 01, Vermit VERN 01, Neoprenes										TIPO DE FRACTURA		
OBSERVACIONES:		MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO										CONO Y CORTE VERTICAL		
		Ing. Beto Brenner Calderon Iulca										CONO Y CORTE		
		Jefe de Laboratorio										CORTE		
		Ing. Beto Brenner Calderon Iulca										COLUMNAR		

congeotek@gmail.com 966913409 - 930540745

JIRÓN LAS HERGINAS S/N LT 17 MZ. 1 AA. VV. 14 DE FEBRERO, SATIPO - SATIPO - JUNÍN

RUC 20601742315

CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C. Ingeniería Especializada en Control de Calidad

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO NTP 339.034 ASTM - C39

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE FISURAS POR CONTRACCIÓN POR SECADO EN CONCRETOS DE 210 KG/CN³ ADICIONADOS CON FIBRA DE BAMBÚ, DISTRITO DE SATIPO, 2025"

REGISTRO: CISAC_2025_EC_1007

SOLICITANTE: BACH, NIKO MIRANDA NAUPARI

RESP.: B. B. C. I.

UBICACIÓN: C. P. SATIPO, DISTRITO DE SATIPO - SATIPO - JUNÍN

ENTIDAD: UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO "BENEDICTO XVI" FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ELEMENTO: MUESTRA 0

MATERIAL: Concreto Fc 210 Kg/cm²

VII ESTILO PROBETA										ENSAYO DE ROTURA			TIPO DE FRACTURA
ITEM	DESCRIPCIÓN	F _c kg/cm ²	FECHA DE VACADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	Ø DIÁMETRO cm	ÁREA cm ²	LECTURA PANEL DIGITAL (kg)	Res.Obt. (kg/Cm2)	% DE ROTURA	PROMEDIO % DE ROTURA		
01	MUESTRA 0	210	26/10/2025	23/11/2025	28	15.02	177.15	43365	244.8	116.6	115.4		
02						15.05	177.90	43009	241.8	115.1			
03						15.04	177.59	42650	240.2	114.4			
04	MUESTRA 1 (0.5 % DE FIBRA DE BAMBÚ)	210	26/10/2025	23/11/2025	28	15.03	177.36	45098	254.3	121.1	121.6		
05						15.04	177.66	45337	255.2	121.5			
06						15.02	177.28	45521	256.8	122.3			
07	MUESTRA 2 (1.0 % DE FIBRA DE BAMBÚ)	210	26/10/2025	23/11/2025	28	15.02	177.23	47381	267.3	127.3	126.3		
08						15.04	177.66	47004	264.6	126.0			
09						15.02	177.19	46749	263.8	125.6			
10	MUESTRA 3 (1.5 % DE FIBRA DE BAMBÚ)	210	26/10/2025	23/11/2025	28	15.02	177.17	48799	275.4	131.2	130.5		
11						15.04	177.66	48608	273.6	130.3			
12						15.03	177.39	48406	272.9	129.9			

Equipos Utilizados: Prensa de Concreto PERUTEST 01, Vernier VERN 01, Neoprenas

OBSERVACIONES: MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO

VERIFICACIÓN DE RESULTADOS COMPROBACIONES:

Ing. Beto Bremer Calderón Ilica
-EFE DE Laboratorios-

TIPO DE FRACTURA

A CONO
B CONO Y ROTURA VERTICAL
C CONO Y CORTE
D CORTE
E COLLINAR

JIRÓN LAS HEROINAS SN LT 17 MZ 1 AA VV 14 DE FEBRERO, SATIPO - SATIPO - JUNÍN

congeotekingac@gmail.com 969913409 - 930540745

Anexos 6 Certificado de Calibración de Equipos.

	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO No LC-079	
Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza		F-00592-006 R0
Calibration Certificate - Laboratory of Force		Page / Pág. 7 de 4
Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN	Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante. Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo. <i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i> <i>This Calibration Certificate documents and assures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i> <i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i>
Fabricante / Año <i>Manufacturer / Year</i>	PERUTECH (2021)	
Modelo <i>Model</i>	STYE-2000 II RFP-03	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	210540	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO PRESENTA	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	2000 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	CONGEOPEX INGENIEROS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAR. MARGINAL LAS HERDINAS NRO 50 CERCADO	
Ciudad <i>City</i>	SATIPO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2024 - 10 - 16	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2024 - 10 - 18	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	
Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos. Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.		
Firmas que Autorizan el Certificado <i>Signatures Authorizing the Certificate</i>		
 Ing. Sergio Iván Martínez <i>Director Laboratorio de Metrología</i>  Br. Félix Jaramillo Castillo <i>Micrología Laboratorio de Metrología</i>		
		
LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA. Fuerza - Longitud - Masa - Temperatura Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 - www.pinzuar.com.co		

F-00592-006 R0

Página 2 de 4

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,01 kN
Apreciación	0,01 kN
Clase	No identificable
Límite inferior de la Escala	1 kN
Documento de Referencia	ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static universal testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando los precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Tabla 1.

Indicaciones registradas durante las precargas.

Fuerza Nominal Indicada e % kN	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio S _{1,2 y 3} kN	Errores Relativos	
	S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S ₃ Ascendente kN		Indicación q %	Repetibilidad d %
10,0	200,00	199,036	199,011	199,019	0,39	0,306
49,5	990,00	992,509	991,314	992,523	-0,25	0,245

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada e % kN	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1,2 y 3} kN
	S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S ₃ No Aplica ----	S ₄ Ascendente kN	S ₅ No Aplica ----	
10,0	200,00	199,237	199,433	199,428	---	199,366 3
15,0	300,00	298,994	299,199	298,727	---	298,973 4
20,0	400,00	399,290	398,959	399,521	---	399,216 9
25,0	500,00	498,933	499,610	499,284	---	499,275 8
30,0	600,00	600,417	599,981	599,961	---	600,119 2
35,0	700,00	697,946	698,077	697,716	---	697,913 0
40,0	800,00	797,734	798,440	797,614	---	797,929 6
45,0	900,00	898,954	898,944	897,254	---	897,050 6
49,5	990,00	991,534	991,929	991,594	---	991,685 5

Tabla 3.

Error relativo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del BSC.

$f_{0,10}$ %	$f_{0,15}$ %	$f_{0,20}$ %	$f_{0,25}$ %	$f_{0,30}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

LM/PC/SLF-01/011.2

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza - Longitud - Masa - Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 - www.pinzuar.com.co

F-00592-006 R0

Página 3 de 4

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Indicación	Error Relativo de ...			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida			k _{p=95} %
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad		Indicación	U	%	
x %	kN	q %	b %	v %	a %	kN			.....
10,0	200,00	0,32	0,099	.....	0,005	0,27	0,14	2,06	
15,0	300,00	0,34	0,158	.....	0,003	0,46	0,15	2,43	
20,0	400,00	0,20	0,164	.....	0,003	0,64	0,16	2,52	
25,0	500,00	0,15	0,136	.....	0,002	0,66	0,13	2,37	
30,0	600,00	-0,003	0,076	.....	0,002	0,59	0,099	2,11	
35,0	700,00	0,299	0,052	.....	0,001	0,60	0,086	2,03	
40,0	800,00	0,26	0,104	.....	0,001	0,91	0,11	2,23	
45,0	900,00	0,329	0,035	.....	0,001	0,74	0,082	2,01	
49,6	995,00	0,334	0,040	.....	0,001	0,80	0,080	2,02	

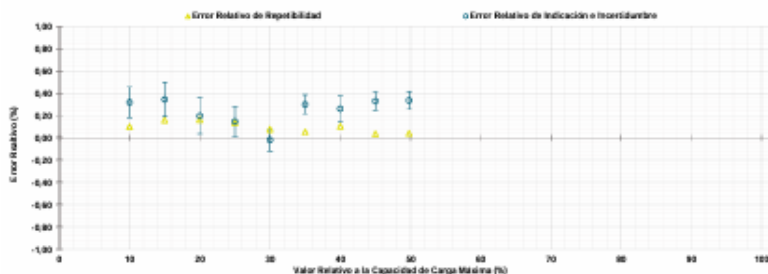


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B \cdot x) + (C \cdot x^2) + (D \cdot x^3)$$

A	B	C	D
-2,209 163 E-00	1,009 152 E-00	-1,390 908 E-05	3,426 275 E-09

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue AREA DE ENSAYO DE COMPRESION AL CONCRETO de la empresa CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C. ubicada en SATIPO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	33,1 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	32,1 °C
Humedad Relativa Máxima:	56 % hr	Humedad Relativa Mínima:	51 % hr

LM-PC-05-F-01 R1.0.2

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.
Fuerza - Longitud - Masa - Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 - www.pinzuar.com.co

F-00592-006 R0

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de medición declarada se expresa como la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k , de modo que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente el 95%. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data: Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metroológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.



Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 1000 kN	CBS	930040	0.5	6753 del INM de Colombia	2025-06

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza la escala de la máquina de ensayo. Según ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system.

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0.5	0.5	0.5	0.75	0.05	0.25
1	1.0	1.0	1.50	0.10	0.50
2	2.0	2.0	3.00	0.20	1.00
3	3.0	3.0	4.50	0.30	1.50

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se usa la coma (,) como separador decimal.
- Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
- En cualquier caso, la máquina de ensayos debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9, ISO 7500-1:2018
- Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-00592-006**

Firma del Certificado

LM-PC-BL-F-01-R16.2

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.
Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 - www.pinzuar.com.co

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas
Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-00592-001 R0

Page / Pág 3 de 4

Equipo Instrument	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante Manufacturer	OHAUS
Modelo Model	SPX622
Número de Serie Serial Number	C117629149
Identificación Interna Internal Identification	NO PRESENTA
Carga Máxima Maximum Load	620 g
Solicitante Customer	CONGOTEK INGENIEROS S.A.C.
Dirección Address	CAR. MARGINAL LAS HEROINAS NRO 5N CERCADO
Ciudad City	SATIPO
Fecha de Calibración Date of calibration	2024 - 10 - 15
Fecha de Emisión Date of issue	2024 - 10 - 18

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached

04

sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR LTDA no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Felipe Jamile Castillo
Metrologo Laboratorio de Metrología



LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.
Fuerza - Longitud - Masa - Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 - www.pinzuar.com.co

M-00592-001 R0

Página / Págs. 2 de 4

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	C117629149
Identificación Interna	NO PRESENTA
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	5 g a 620 g
Documento de Referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7, Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.

Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k ¹ - p=95,95%
5,000	5,00	5,01	0,000	0,010	0,014	2,11
10,000	10,00	10,01	0,000	0,010	0,014	2,11
20,000	20,00	20,01	0,000	0,010	0,014	2,11
50,000	50,00	50,01	0,000	0,010	0,029	2,11
100,000	100,00	100,02	0,000	0,020	0,059	2,11
200,00	200,00	200,02	0,00	0,02	0,12	2,08
300,00	300,00	300,03	0,00	0,03	0,18	2,06
400,00	400,01	400,03	0,01	0,03	0,24	2,04
500,00	500,01	500,03	0,01	0,03	0,30	2,03
600,00	600,00	600,02	0,00	0,02	0,35	2,02
620,00	620,01	620,01	0,01	0,01	0,37	2,02



Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

¹ Factor de cobertura
LMPC 2011-01 68-2

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza - Longitud - Masa - Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51) 562 1263 - www.pinzuar.com.pe

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 210 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia Respecto al Centro
-----	g	g
1	210,01	-----
2	210,01	0,00
3	210,00	-0,01
4	210,00	-0,01
5	210,00	-0,01
Diferencia máxima respecto al centro		0,01

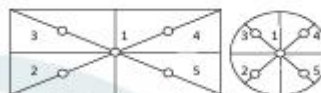


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	310 g	620 g
Indicación del Instrumento		
1	310,01	620,00
2	310,00	619,99
3	310,00	620,00
4	310,01	619,99
5	310,00	620,00
6	310,00	619,99
7	310,00	619,99
8	310,01	620,00
9	310,00	619,99
10	310,01	619,99
Desviación Estándar	0,002 g	0,002 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue: AREA DE LIMITES DE ATTERBERG, CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C.; SATIPO. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	31,5 °C	Temperatura Mínima:	30,0 °C
Humedad Máxima:	69 % HR	Humedad Mínima:	65 % HR
Presión Barométrica Máxima:	946,4 hPa	Presión Barométrica Mínima:	946,4 hPa

LM-PC-247-01 R0.0

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 1,11 \text{ E-05} \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 4,33 \text{ E-05} + 3,09 \text{ E-08} \cdot R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00.2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) reportado(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.

El/los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-31695-001 Pinzuar / 0773-MPES- C-2024 Pesatec	2024-04-26 2024-06-11

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. la calibración puede dejar de ser válida si el instrumento es trasladado a un lugar distinto del que fue calibrado
6. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-00592-001**

Fin del Certificado

UMPC-04-F-01 R0.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 - www.pinzuar.com.co

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-00592-004 R0

Page / Pág 3 de 4

Equipo Instrument	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante Manufacturer	OHAUS
Modelo Model	R21PE30ZH
Número de Serie Serial Number	8342175935
Identificación Interna Internal Identification	NO PRESENTA
Carga Máxima Maximum Load	30000 g
Solicitante Customer	CONGEO TEK INGENIEROS S.A.C.
Dirección Address	CAR. MARGINAL LAS HEROINAS NRO 5N CERCADO
Ciudad City	SATIPO
Fecha de Calibración Date of Calibration	2024 - 10 - 15
Fecha de Emisión Date of Issue	2024 - 10 - 18

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

04

Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR LTDA no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Félix Jaramillo Castillo
Metrología Laboratorio de Metrología



LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 • www.pinzuar.com.co

DATOS TÉCNICOS

Método Empleados	Comparación Directa
Número de Serie	8342175935
Identificación Interna	NO PRESENTA
Resolución	1 g
Intervalo Calibrado	5 g a 30000 g
Documento de Referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7kg-01/V.00 Año 2009

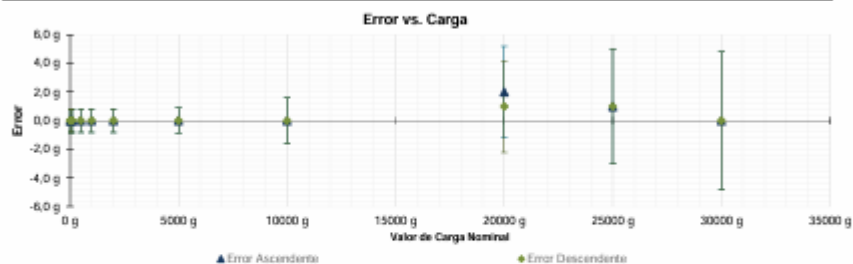
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga	Indicación Ascendente	Indicación Descendente	Error Ascendente	Error Descendente	Incertidumbre Expandida	k ¹ - p=95,45%
g	g	g	g	g	± g	-----
5,00	5	5	0,00	0,00	0,82	2,01
50,00	50	50	0,00	0,00	0,82	2,01
100,00	100	100	0,00	0,00	0,82	2,01
500,00	500	500	0,00	0,00	0,82	2,01
1 000,00	1 000	1000	0,00	0,00	0,82	2,01
2 000,00	2 000	2000	0,00	0,00	0,83	2,01
5 000,00	5 000	5000	0,00	0,00	0,87	2,01
10 000,0	10 000	10000	0,0	0,0	1,6	2,00
20 000,0	20 002	20001	2,0	1,0	3,2	2,01
25 000,0	25 001	25001	1,0	1,0	4,0	2,01
30 000,0	30 000	30000	0,0	0,0	4,8	2,01



¹ Factor de cobertura
LMPC 26-F-01 88.2

Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga 10000 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia (Respecto al Centro)
-----	g	g
1	10 000	-----
2	10 001	1
3	10 000	0
4	10 000	0
5	10 000	0
Diferencia máxima respecto al centro		1

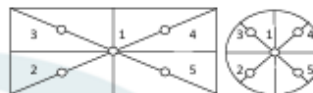


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	15000 g	30000 g
Indicación del Instrumento		
1	15000	30000
2	15000	30000
3	15000	30000
4	15000	30000
5	15000	30000
Desviación Estándar	0,00 g	0,00 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue: AREA PROCTOR MODIFICADO, CONGEOTEK INGENIEROS S.A.C., SATIPO. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	35,0 °C	Temperatura Mínima:	34,5 °C
Humedad Máxima:	47 % HR	Humedad Mínima:	46 % HR
Presión Barométrica Máxima:	944,5 hPa	Presión Barométrica Mínima:	944,5 hPa

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Fue estimada según el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - E_{\text{aprox}} \quad E_{\text{aprox}} = 3,52 \text{ E-05} \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$$u^2(W) = 1,67 \text{ E-01} + 1,66 \text{ E-08} \cdot R^2$$

Incetidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot u(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00.2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) reportado(s) en este certificado de calibración se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas.

El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-31695-001 Pinzuar / 0773-MPES-C-2024 Pesatec	2024-04-26 2024-06-11
Pesas clase F1	No presenta	M-31695-002 Pinzuar / 0813-MPES-C-2024 Pesatec	2024-04-25 2024-06-14

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal
- Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
- Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
- Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
- La calibración puede dejar de ser válida si el instrumento es trasladado a un lugar distinto del que fue calibrado
- Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-00592-004**

Anexo 7: Reporte de similitud

NIKO MIRANDA ÑAUPARI
NIKO MIRANDA ÑAUPARI

 TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:old::3117:612998341

Fecha de entrega
7 ago 2026, 12:51 GMT-5

Fecha de descarga
7 ago 2026, 17:37 GMT-5

Nombre del archivo
Versión turnitin - Miranda Ñaupari, Niko.docx

Tamaño del archivo
1.1 MB

51 páginas

15.180 palabras

77.291 caracteres

 **turnitin** Página 1 de 63 - Portada

Identificador de la entrega trn:old::3117:612998341

 **turnitin** Página 2 de 63 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:old::3117:612998341

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

▸ **Coincidencias menores (menos de 10 palabras)**

Fuentes principales

13%  Fuentes de Internet

2%  Publicaciones

17%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

13%	 Fuentes de Internet
2%	 Publicaciones
17%	 Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	
	repositorio.uct.edu.pe	3%
2	Trabajos del estudiante	
	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-11-25	<1%
3	Internet	
	repositorio.ucv.edu.pe	<1%
4	Trabajos del estudiante	
	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-01-23	<1%
5	Trabajos del estudiante	
	Universidad Cesar Vallejo on 2026-01-08	<1%
6	Trabajos del estudiante	
	Universidad Tecnológica de los Andes on 2026-01-14	<1%
7	Trabajos del estudiante	
	Docentes on 2026-07-11	<1%
8	Trabajos del estudiante	
	Universidad Cesar Vallejo on 2023-01-25	<1%
9	Trabajos del estudiante	
	Universidad Continental on 2022-05-20	<1%
10	Trabajos del estudiante	
	Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-25	<1%
11	Trabajos del estudiante	
	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2024-09-17	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-30	<1%
13	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
14	Trabajos del estudiante	Shaheed Benazir Bhutto Women University, Peshawar on 2026-07-13	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-25	<1%
16	Internet	alida.concytec.gob.pe	<1%
17	Trabajos del estudiante	Costa Rica Institute of Technology on 2026-06-23	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-01-18	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-11	<1%
20	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-07-21	<1%
21	Internet	hdl.handle.net	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2024-09-26	<1%
23	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2023-08-27	<1%
25	Internet	latam.redilat.org	<1%

26	Trabajos del estudiante	uncedu on 2023-11-24	<1%
27	Internet	www.coursehero.com	<1%
28	Internet	www.researchgate.net	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-22	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-07-31	<1%
31	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-02-02	<1%
32	Trabajos del estudiante	Corporación Universitaria Remington on 2023-11-15	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2024-05-15	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-08-20	<1%
35	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-04-29	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica del Peru on 2026-05-03	<1%
37	Internet	alconpat.org	<1%
38	Trabajos del estudiante	Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO on 2025-03-03	<1%
39	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-04	<1%

40	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-15	<1%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-17	<1%
42	Trabajos del estudiante	Universidad Pontificia Bolivariana on 2018-10-03	<1%
43	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-05-10	<1%
44	Internet	repositorio.unprg.edu.pe	<1%
45	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%
46	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca on 2026-02-10	<1%
47	Internet	repositorio.upsc.edu.pe:8080	<1%
48	Trabajos del estudiante	Docentes on 2026-07-17	<1%
49	Internet	trendslip.com	<1%
50	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2020-07-30	<1%
51	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes on 2026-04-30	<1%
52	Trabajos del estudiante	Universidad del Istmo de Panamá on 2025-10-06	<1%
53	Internet	promeba.gob.ar	<1%

54	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-12	<1%
55	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-01-28	<1%
56	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-03-06	<1%
57	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-03-24	<1%
58	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-06-26	<1%
59	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-03-11	<1%
60	Internet	www.elpueblodeceuta.es	<1%
61	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2024-06-19	<1%
62	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-01	<1%
63	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-03	<1%
64	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-07-15	<1%
65	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-06-14	<1%
66	Internet	repositorio.unah.edu.pe	<1%
67	Trabajos del estudiante	Docentes on 2026-07-17	<1%

68	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2024-09-10	<1%
69	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-08-26	<1%
70	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-15	<1%
71	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-04	<1%
72	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2024-01-16	<1%
73	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2024-04-23	<1%
74	Internet	1library.co	<1%
75	Publicación	Cristina Chinea-Montesdeoca, Ernesto Suárez, Bernardo Hernández, Isabel Duart...	<1%
76	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-11-20	<1%
77	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-08-05	<1%
78	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2020-07-30	<1%
79	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca on 2025-05-29	<1%
80	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-03-29	<1%
81	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes on 2025-07-08	<1%

82	Internet	revistanortegrande.uc.cl	<1%
83	Internet	rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com	<1%
84	Trabajos del estudiante uncedu on 2023-11-25		<1%
85	Trabajos del estudiante uncedu on 2025-06-24		<1%
86	Trabajos del estudiante Docentes on 2026-06-16		<1%
87	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo on 2018-12-28		<1%
88	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo on 2022-07-10		<1%
89	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo on 2023-07-19		<1%
90	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-22		<1%
91	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo on 2025-02-03		<1%
92	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-10		<1%
93	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo on 2026-07-10		<1%
94	Trabajos del estudiante Universidad Libre - Sede Bogota on 2026-05-28		<1%
95	Trabajos del estudiante Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo on 2026-06-30		<1%

96	Trabajos del estudiante	Universidad Peruana Del Centro on 2025-02-08	<1%
97	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-06-16	<1%
98	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-08-30	<1%
99	Internet	idetec.fvrm.utn.edu.ar	<1%
100	Internet	repositorio.autonomadeica.edu.pe	<1%
101	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-08-29	<1%
102	Internet	webidu.idu.gov.co	<1%
103	Publicación	J.A. Llanos, J. Yagüe, F. Sáenz de Ormijana, M. Cabrera, J. Penas. "Dam Maintenanc...	<1%
104	Publicación	L. Y. Gómez-Zamorano, J. I. Escalante. "Hydration and microstructure of Portland ...	<1%
105	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2017-05-05	<1%
106	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-11-09	<1%
107	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-02-23	<1%
108	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-03-25	<1%
109	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-08-12	<1%

110	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-06-02	<1%
111	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Federico Villarreal on 2025-06-27	<1%
112	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2024-01-19	<1%
113	Trabajos del estudiante	Universidad Ricardo Palma on 2025-02-16	<1%
114	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes on 2024-02-27	<1%
115	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes on 2025-10-23	<1%
116	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica del Perú on 2023-12-09	<1%
117	Trabajos del estudiante	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria on 2023-04-19	<1%
118	Internet	ar.scribd.com	<1%
119	Internet	pt.scribd.com	<1%
120	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-03-04	<1%
121	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-03-12	<1%
122	Internet	www.scribd.com	<1%
123	Trabajos del estudiante	Colegio Universitario de Estudios Financiero on 2026-05-25	<1%

124	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-07-04	<1%
125	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-08-12	<1%
126	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-11-27	<1%
127	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-18	<1%
128	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-01-28	<1%
129	Trabajos del estudiante	Universidad Internacional de la Rioja on 2013-07-25	<1%
130	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-08-14	<1%
131	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-03-31	<1%
132	Trabajos del estudiante	University of Gujrat on 2025-10-06	<1%
133	Internet	bdigital.unal.edu.co	<1%
134	Internet	docplayer.es	<1%
135	Internet	memorias.somib.org.mx	<1%
136	Internet	repositorio.ufpso.edu.co	<1%

Anexo 8: Reporte de escritura de inteligencia artificial

NIKO MIRANDA ÑAUPARI
NIKO MIRANDA ÑAUPARI

 TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trrcoid::3117:612998341

Fecha de entrega
7 ago 2026, 12:51 GMT-5

Fecha de descarga
7 ago 2026, 17:37 GMT-5

Nombre del archivo
Versión turnitin - Miranda Ñaupari, Niko.docx

Tamaño del archivo
1.1 MB

51 páginas
15.180 palabras
77.291 caracteres

 turnitin Página 1 de 53 - Portada

Identificador de la entrega trrcoid::3117:612998341

 turnitin Página 2 de 53 - Descripción general de la escritura con IA

Identificador de la entrega trrcoid::3117:612998341

0 % detectado como IA

El porcentaje indica la cantidad de texto calificado en la entrega que probablemente se generó usando IA.

Precaución: Se necesita revisión.

Es esencial comprender los límites de la detección de IA antes de tomar decisiones acerca del trabajo del estudiante. Te alentamos a obtener más información acerca de las funciones de detección de IA de Turnitin antes de usar la herramienta.

 0 Sólo generado con IA. 0%
Texto generado probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Aviso legal
Nuestra evaluación de escritura con IA está diseñada para ayudar a los académicos a identificar texto que podrían haberse preparado mediante una herramienta de IA generativa. Es posible que nuestra evaluación de escritura con IA no siempre sea precisa (existe la posibilidad de que identifique erróneamente redacciones probablemente generadas por humanos como generadas por IA, y redacciones probablemente generadas por IA como generadas por humanos), por lo que no debe usarse como único fundamento para aplicar sanciones a un estudiante. Para determinar si es un caso de deshonestidad académica, se necesita de un escrutinio mayor y el juicio humano, junto con la aplicación de las políticas académicas específicas de la organización.