

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



MUCÍLAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SIMPLE
EN AYACUCHO, 2026

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL

AUTORA

Br. Jorge Mariño, Ruth Stefani

<https://orcid.org/0000-0002-0277-7134>

ASESOR

Ms. Cárdenas Saldaña, Bryan Emanuel

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

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Infraestructura, edificaciones y construcción

TRUJILLO - PERÚ

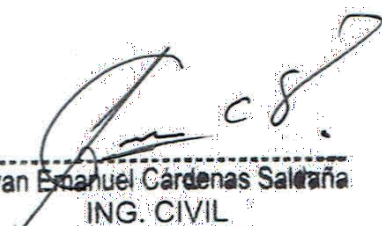
2026

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 “ **MUCÍLAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SIMPLE EN AYACUCHO, 2026**”, desarrollado por la egresada Jorge Mariño Ruth Stefani con DNI N° 70474938 del Programa de estudios de 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: 71475477

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 ZAVALETA

Vicerrectora Académica

DRA. GINA GENARA ZAVALETA 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

A Dios, por ser la luz y fortaleza que guio cada uno de mis pasos, en los momentos en que el camino se volvió difícil y cansado pesaba más que la esperanza. Todo lo que soy y todo lo que logro te lo debo a Ti.

A mis padres, Lediz y Carolina, que han sido a lo largo de toda mi vida la base de mi fortaleza y las a las que me permiten volar y cumplir mis metas, por cada consejo que ha dejado una huella en quien soy, por su amor y apoyo incondicional y este logro espero que sea una retribución de lo mucho que me han entregado. Los amo profundamente.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por acompañarme e iluminar en cada paso en mi vida, por darme sabiduría paz y poder cumplir mis metas.

A la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”, por haberme permitido formarme y gracias a todas las personas que fueron partícipes en este proceso, a mis padres que fueron mis mayores promotores durante este proceso.

A mi familia, por ser mi fortaleza y apoyo en este camino.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Ruth Stefani Jorge Mariño con **DNI N.º 70474938**, egresada del **Programa de Estudios de 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: **“MUCÍLAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO SIMPLE EN AYACUCHO, 2026”**, el cual consta de un total de **100 páginas**, incluyendo 23 tablas y 7 figuras, y **42 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.

La autora



Br. Ruth Stefani Jorge Mariño

DNI: 70474938

Autora

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.....	9
RESUMEN	10
ABSTRACT.....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. METODOLOGÍA.....	29
2.1. Enfoque, tipo.....	29
2.2. Diseño de investigación	29
2.3. Población y muestra.....	29
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos	29
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información	30
2.6. Aspectos éticos en investigación.....	31
III. RESULTADOS	33
IV. DISCUSIÓN.....	51
V. CONCLUSIONES.....	53
VI. RECOMENDACIONES	54
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	<i>Elementos del concreto</i>	20
Tabla 2	<i>Tamizado del agregado fino</i>	23
Tabla 3	<i>Tamizado del agregado fino</i>	23
Tabla 4	<i>Consistencia de mezcla de concreto</i>	24
Tabla 5	<i>Cantidad de muestra</i>	30
Tabla 6	<i>Datos para el diseño de mezcla</i>	33
Tabla 7	<i>Cantidades por m³ de concreto</i>	33
Tabla 8	<i>Dosificación de materiales</i>	34
Tabla 9	<i>Dosificación con la adición</i>	34
Tabla 10	<i>Resultados de ensayo de resistencia a la compresión</i>	34
Tabla 11	<i>Resultados de ensayo de resistencia a la compresión</i>	36
Tabla 12	<i>Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk</i>	38
Tabla 13	<i>Análisis de varianza (ANOVA)</i>	39
Tabla 14	<i>Prueba de post hoc tukey</i>	39
Tabla 15	<i>Resultados del concreto patrón +8% MT + 15% FM</i>	40
Tabla 16	<i>Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk</i>	42
Tabla 17	<i>Análisis de varianza (ANOVA)</i>	43
Tabla 18	<i>Prueba de post hoc tukey</i>	43
Tabla 19	<i>Resultados de ensayo de resistencia a la compresión</i>	44
Tabla 20	<i>Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk</i>	47
Tabla 21	<i>Análisis de varianza (ANOVA)</i>	47
Tabla 22	<i>Prueba de post hoc tukey</i>	48
Tabla 23	<i>Resumen comparativo de la resistencia a la compresión</i>	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mezcla de concreto.....	21
Figura 2 Ensayo de asentamiento del concreto (Cono de Abrams)	25
Figura 3 Resistencia a la compresión del concreto	35
Figura 4 Resistencia del concreto patrón +6% MT + 10% FM	36
Figura 5 Resistencia a la compresión del concreto	41
Figura 6 Resistencia a la compresión	45
Figura 7 Gráfico de resumen comparativo de la resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	49

RESUMEN

La investigación titulada “mucílago de tuna y fibra metálica en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026”, el propósito de esta tesis es determinar como el mucílago de tuna y fibra metálica afectan la resistencia a la compresión del concreto simple en la ciudad de Ayacucho, 2026. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y experimental, siendo de tipo aplicada según su finalidad y de nivel explicativo de acuerdo con su profundidad. Para alcanzar dicho objetivo, se elaboraron especímenes de concreto patrón y mezclas que contenían proporciones de Mucílago de Tuna (0%, 6%, 8%, 10%) y Fibra Metálica (0%, 10%, 15%, 20%) respecto al peso, en el que 36 probetas se sometieron a pruebas de resistencia a la compresión. Los ensayos se efectuarán en tres momentos diferentes: a la edad 7, 14 y 28 días, utilizándose tres probetas para cada período de tiempo. Los resultados demostraron que el concreto se comporta de manera diferente con la adición del mucilago de tuna y fibra metálica, mostrando mejoras significativas, siendo la dosificación más optima el 10% del mucilago de tuna más el 20 % de la fibra metálica mostrando una trabajabilidad y resistencia razonable.

Palabras clave: Mucilago de tuna, fibras metálicas, resistencia a la compresión, concreto.

ABSTRACT

The research entitled "Tuna mucilage and metallic fiber in the compressive strength of plain concrete in Ayacucho, 2026", aims to determine how tuna mucilage and metallic fiber affect the compressive strength of plain concrete in the city of Ayacucho, 2026. The study was developed under a quantitative and experimental approach, being applied in nature according to its purpose and explanatory in level according to its depth. To achieve this objective, standard concrete specimens and mixtures containing proportions of Tuna Mucilage (0%, 6%, 8%, 10%) and Metallic Fiber (0%, 10%, 15%, 20%) by weight were prepared, in which 36 test tubes were subjected to compressive strength tests. The tests were carried out at three different stages: at 7, 14, and 28 days of age, using three specimens for each period. The results demonstrated that concrete behaves differently with the addition of tuna mucilage and metallic fiber, showing significant improvements, with the most optimal dosage being 10% tuna mucilage combined with 20% metallic fiber, exhibiting reasonable workability and strength.

Keywords: Prickly pear mucilage, metallic fibers, compressive strength, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto, como material de construcción predominante en la edificación contemporánea, ha demostrado ser versátil, durable y económicamente viable. Sin embargo, este material presenta también limitaciones inherentes que han motivado la búsqueda constante de alternativas para mejorar su desempeño funcional.

No obstante, en el escenario actual, particularmente en países en desarrollo como Perú, se evidencia una problemática crítica asociada a la construcción y mantenimiento de las edificaciones de concreto. La deficiente elaboración de mezclas de concreto y su consecuente deterioro mecánico por el uso de materiales de calidad inferior, y la inadecuada ejecución de elementos estructurales generan impactos negativos significativos como: la reducción en la calidad y vida útil de los elementos estructurales, así mismo se elevan los gastos del mantenimiento y reparación de estas construcciones, lo más preocupante de esta situación es la generación de condiciones que comprometen la integridad física de los ocupantes e incluso el colapso total de las edificaciones, esta situación es más crítica para regiones como Ayacucho que están ubicadas en zona sísmica 3 según el RNE E 0.30, donde las estructuras requieren mayor ductilidad y resistencias.

Frente a esta problemática surge la investigación de la incorporación de mucilago de tuna y fibra metálica como solución al deterioro de las propiedades mecánicas, ya que diversas investigaciones han demostrado que la dosificación incorrecta de fibras no siempre genera efectos óptimos para las características resistentes y estructurales del concreto por ellos se incorpora el uso de un componente natural con potencial para complementar las deficiencias mecánicas del concreto.

Con la finalidad de mejorar las propiedades mecánicas, existen varios estudios enfocados en buscar diferentes materiales y aditivos con el fin de reforzar el desempeño del concreto en zonas de altamente sísmicas como es Ayacucho según el RNE E 0.30, ya que las estructuras del concreto simple, quedan expuestas a fallas frágiles sin la capacidad adecuada la disipación de energía (Olivera Pérez et al., 2022).

Por tal motivo el estudio, desarrollado en el contexto urbano de Huamanga en Ayacucho, presenta una un diseño experimental que contemplo combinación en el concreto con diferentes proporciones de mucilago de tuna y fibra metálica.

La búsqueda de un aditivo natural que mejoren las propiedades mecánicas sin elevar el costo se ha optado por el mucilago de tuna (*Opuntia ficus-indica*) el cual se aplica al concreto como hidratante, retardante del tiempo de fraguado (Rodríguez Barbosa et al., 2024).

En paralelo, la incorporación de fibras metálicas es aplicada como refuerzo, incrementando la resistencia, con la finalidad de evitar la falla frágil y generar el comportamiento dúctil (Carrillo et al., 2013).

Por tal motivo la intención de la investigación es buscar una dosificación óptima para la mejora de las resistencias mecánicas del concreto. Esta investigación aparte de sus implicaciones técnicas, sino que representa un aporte potencial para la construcción regional, fundamentando estrategias de intervención más eficientes, sostenibles y adaptadas al contexto local. La importancia de este estudio se fundamenta en el alcance que tiene para proponer soluciones innovadoras que aborden simultáneamente desafíos técnicos, económicos y ambientales en la construcción y mantenimiento del concreto estructural, para obtener el equilibrio entre la resistencia requerida y el uso de materiales de construcción alternativos evaluando nuevos materiales de construcción con el fin de encontrar mejorar de cada elemento estructural.

A raíz de la problemática identificada, surgió la necesidad de formular interrogantes que direccionaran el estudio, definiéndose así el siguiente problema general: ¿Cuál es la influencia del mucílago de tuna y fibra metálica en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026?, y se formularon las siguientes preguntas específicas:

¿Cuál es la influencia del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026?

¿Cuál es la influencia del mucílago de tuna al 8% de adición y fibra metálica al 15% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026?

¿Cuál es la influencia del mucílago de tuna al 10% de adición y fibra metálica al 20% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026?

El sustento de la investigación se centra en la mejora integral de la construcción, mediante la incorporación del Mucilago de tuna que funciona como aditivo natural conocida por sus propiedades viscosas y gelatinosas mejorando la trabajabilidad y cohesión de la mezcla en estado fresco sin generar efectos adversos como algunos aditivos convencionales y la fibra metálica incrementa la resistencia a la compresión del concreto, controlando la formación y avance de fisuras, lo que mejora su comportamiento una vez producido el agrietamiento. Obteniendo de la combinación de estos materiales resultados

favorables. El mucílago de tuna reduce las microfisuras mientras la fibra metálica proporciona la resistencia post – fisuración, así mismo esta combinación mitiga las deficiencias estructurales y potencia las propiedades mecánicas del concreto, contribuyendo significativamente en el agrietamiento por retracción y variaciones térmicas, fenómenos especialmente comunes en la región de Ayacucho debido a sus cambios climáticos.

La investigación se enfoca en aprovechar estas oportunidades, investigando metodologías de construcción avanzadas que promuevan la eficiencia y competitividad en el sector de la construcción. La investigación tiene como objetivo a generar un impacto positivo en múltiples dimensiones: El objetivo fundamental es desarrollar soluciones que permitan crear un concreto más resistente y eficiente, garantizando construcciones seguras para los usuarios. Simultáneamente, el proyecto busca un doble beneficio: optimizar los recursos económicos en la construcción y contribuir a la reducción del deterioro medioambiental provocado por los procesos tradicionales de la construcción. El propósito principal es desarrollar una metodología que permita simultáneamente mejorar las condiciones ecológicas del entorno y mantener altos estándares de calidad en la construcción, abordando este desafío mediante la implementación de técnicas innovadoras para la construcción.

Según los argumentos dados, se formuló como objetivo general: Determinar la influencia del mucílago de tuna y fibra metálica en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Determinar la influencia del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Determinar la influencia del mucílago de tuna al 8% de adición y fibra metálica al 15% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Determinar la influencia del mucílago de tuna al 10% de adición y fibra metálica al 20% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

De acuerdo con los objetivos definidos, se planteó la siguiente hipótesis general:

Existe influencia significativa del mucílago de tuna y fibra metálica en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026. Así mismo se formularon las hipótesis específicas:

Existe influencia significativa del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Existe influencia significativa del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Existe influencia significativa del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Antecedentes internacionales:

Torres y Díaz (2020), en su investigación “Concrete durability enhancement from nopal (opuntia ficus-indica) Additions”, analizó el comportamiento resistente del concreto mediante la adición de tres derivados del nopal: mucílago extraído por exudación (eNm), mucílago obtenido por cocción (cNm) y polvo procedente del nopal deshidratado (dNp). Se prepararon especímenes de concreto incorporando eNm y cNm utilizando concentraciones del 4%, 8%, 15% y 30% respecto al peso del agua y se incorporó el polvo de nopal deshidratado (dNp) con porcentajes de 1%, 2% y 4% respecto al peso del cemento. De este modo, las pruebas se evaluaron a los 30, 90, 180 y 400 días. En efecto como resultado de la incorporación de polvo de nopal deshidratado (dNp) no incremento significativamente la durabilidad del concreto. El mucílago de nopal exudado (eNm) presento un incremento del 20% en la resistencia y El mucílago de nopal cocido (cNm), evaluada en los 4 periodos establecidos en la investigación, tiene valores elevados en comparación con el diseño propuesto (mejoras de un 20% y un 40%). Esta investigación concluye que los derivados del nopal pueden actuar como un biopolímero esponjoso que cierra espacios vacíos en el concreto, sin dar pase al ingreso de agua y cloruro en la estructura concreto.

Lorika et al (2023), En su tesis "Evaluating the use of mucilage from opuntia ficus-indica as a bio-additive in production of sustainable concrete ", exploraron la utilización del mucílago extraído del nopal (Opuntia Ficus-Indica) como componente natural en la elaboración del concreto con características sustentables. El objetivo fue evaluar el comportamiento de resistencia en remplazo del agua. Se realizaron pruebas de conformidad con ASTM para el rendimiento de consistencia, resistencia y durabilidad a intervalos de tiempo estándar de hasta 56 días, de las muestras concreto de resistencia normal (HRN) y dosificadas con Mucílago de Opuntia ficus-indica (Ofim), con el fin de

identificar y caracterizar los materiales utilizados, se recurrió a dos métodos de análisis complementarios: la microscopía electrónica de barrido y la espectroscopía infrarroja con transformada de Fourier. Obteniendo como resultado que el uso de Ofim condujo a un ligero incremento de la durabilidad y el módulo de elasticidad, además un impacto pronunciado para la resistencia del hormigón disminuye el ingreso de fluidos en un 39%, y los valores K (coeficiente de la permeabilidad) disminuye en un 14%. Debido que para la fabricación de los aditivos químicos se consume demasiada energía y resulta nocivo para el medio ambiente, esta investigación da enfoque a la necesidad encontrar materiales sustitutos y/o suplementos sostenibles biodisponibles para la construcción.

Córdova y Moncayo (2026), En su tesis titulada “Influencia de las fibras de acero residuales en las propiedades mecánicas del hormigón”, este trabajo de investigación evalúa el efecto de la adición de fibra de metálico residual provenientes de desechos de talleres mecánicos. Se obtuvieron 24 muestras cilíndricas y 12 muestras para las viguetas con distintas proporciones de adición (0%, 0,5%, 0,75% y 1,5%), determinando propiedades físicas a la edad de 7, 14 y 28 días. Los valores obtenidos demuestran la incorporación muestra mejoras significativamente en las propiedades del concreto. Esta investigación prioriza fomentar las prácticas sostenibles para la construcción con la reutilización de residuos.

Ashokan et al. (2023) en su investigación titulado: “A comprehensive study on enhancing of the mechanical properties of steel fiber-reinforced concrete through nano-silica integration”, la combinación llamada por los investigadores MRFAIN (micro concreto reforzado con fibras de acero con integración de nano-sílice) con el objetivo principal es determinar la influencia de distintos porcentajes de nano-sílice y microfibras de acero sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto. El cemento tipo CEM I 52.5 R, arena fina 0/1 mm, agua, superplastificante, nano-sílice en dosificaciones de 0% a 2% (en peso de cemento) y microfibras de acero de la marca Dramix con un diámetro de 0,12 mm y una longitud de 10 mm, incorporadas en proporciones que oscilaron entre 0% y 2% del volumen total. La nano-sílice utilizada tiene una pureza mínima de 99,5%, densidad de 2,22 kg/dm³ y un diámetro de partícula de 104 nm medido por Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM). Para garantizar una dispersión uniforme, las partículas de nano-sílice fueron sometidas a ultrasonificación durante 15 minutos antes de su incorporación a la mezcla. La investigación se desarrolló en dos fases. La Fase 1 evaluó la influencia de distintos tipos de adiciones cementosas (humo de sílice, ceniza volante, filler calcáreo y harina de sílice) combinadas con nano-sílice y fibras de acero. La Fase 2

estudió el efecto del incremento del porcentaje de fibras sobre múltiples propiedades mecánicas y la energía de fractura. En ambas fases, los ensayos fueron realizados a los 28 días de edad del concreto, empleando especímenes prismáticos normalizados. Analizando sobre la adición de microfibras de metálicas disminuye la manejabilidad del concreto en estado plástico, sin embargo, muestra mejoras significativas en sus propiedades.

En cuanto al estado endurecido, se evidenció que conforme se eleva el porcentaje de fibras adicionadas, la resistencia a la compresión del material experimenta un incremento progresivo y continuo de aproximadamente 18 MPa por cada unidad porcentual de dosificación volumétrica de fibras. De manera similar, la resistencia a tracción aumentó alrededor de 8 MPa por unidad porcentual de fibra, teniendo como La dosificación óptima identificada fue de 1% de nano-sílice combinada con 2% de microfibras de acero, registrando una resistencia a la compresión de 122,5 MPa, una resistencia a la tracción de 25,4 MPa y un módulo de elasticidad de 42,7 GPa. La incorporación de fibras modificó el mecanismo de rotura del concreto, pasando de una rotura frágil (sin fibras) a una rotura dúctil (con fibras), en la que las fibras actúan como puente de grietas y evitan el desprendimiento del material.

(Maglad et al., 2023) en su investigación titulado: “Experimental and Analytical Investigation of Fracture Characteristics of Steel Fiber-Reinforced Recycled Aggregate Concrete”, tiene como objetivo principal evaluar las características de fractura del concreto con agregado reciclado y fibras metálicas. Se fabricaron 33 vigas simplemente apoyadas con entalla (vigas con muesca central), utilizando concreto de agregado reciclado con fibra de acero. El agregado reciclado (RCA) empleado fue concreto triturado antiguo de tamaño nominal 10 mm, con gravedad específica de 2,49 y absorción de agua de 4,70%. Las fibras de acero utilizadas fueron del tipo gancho en los extremos (end-hooked), con diámetro de 0,8 mm y longitud de 35 mm, incorporadas en fracciones volumétricas de 0,5%, 1,0% y 1,5%. La relación a/c fue de 0,42 y utilizando un aditivo reductor de agua de alto rango (tipo G) en proporción del 5% en peso del cemento, conforme a la norma ASTM C 494.

Asimismo, se verificó un aumento en el contenido de fibra de acero reduce la fragilidad del concreto reciclado, mejorando su ductilidad y capacidad de absorción de energía. Las fibras de acero actúan como mecanismo puente de grietas (crack bridging), controlando la propagación de fisuras y retrasando el colapso post-fisurado. Los análisis

analíticos realizados complementaron los resultados experimentales y permitieron validar modelos de predicción del comportamiento de fractura para este tipo de concreto híbrido.

Antecedentes Nacionales:

Puntillo y Valverde (2023), En su investigación titulada, a "Influencia del mucilago de tuna en las características del concreto, Carhuaz 2023", la investigación desarrollada revela resultados significativos sobre la incorporación del Mucilago de Tuna en el concreto. El estudio, desarrollado en laboratorios, evidenció que la incorporación de mucílago de tuna produce un impacto positivo en las características del concreto. Se realizaron pruebas exhaustivas utilizando 48 especímenes, de los cuales 36 fueron destinados a los ensayos de resistencia a la compresión y 12 al análisis del porcentaje de absorción, en los que el agua fue sustituida por mucílago de tuna en porcentajes de 2%, 5% y 8% buscando establecer una alternativa sostenible y eficiente para la construcción. Las conclusiones principales destacan dos beneficios fundamentales que son el mejoramiento técnico del concreto, siendo que la dosificación del 5% de mucílago incrementó la resistencia a la compresión en un 14,5%, mientras que la proporción del 8% redujo la absorción de agua en un 17,41%, mostrando un aporte positivo en las propiedades del concreto. Esta investigación representa un aporte significativo para el sector de la construcción, ofreciendo una solución innovadora que equilibra la eficiencia técnica con la responsabilidad ambiental.

Soto (2023), en su tesis titulada "Efectos de la adición de mucilago de nopal en las propiedades físico – mecánicas del concreto convencional simple con fines de pavimento rígido, Ayacucho", evaluó su incorporación en proporciones del 1%, 1,5% y 2%. Para ello se prepararon 36 especímenes destinadas a las pruebas de resistencia a la compresión y 12 vigas para los ensayos de flexión, determinando que dicha incorporación genera efectos favorables en las características del concreto orientado a su uso en pavimentación.

De las proporciones estudiadas, la dosificación del 2% demostró ser la óptima, obteniendo un valor de asentamiento de 2 pulgadas, un desgaste por abrasión del 12%, una capacidad resistente a la compresión de 445,3 kg/cm², un módulo de rotura en flexión de 55,27 kg/cm² y un espesor de pavimento reducido a 28,5 cm, representando una disminución del 21% frente al diseño tradicional. Los resultados obtenidos con la adición del aditivo natural son potencialmente útiles para el desempeño y propiedades del concreto utilizado en pavimentos rígidos.

Rojas y Palacios (2024), En su tesis de pregrado " Influencia del mucílago de nopal (opuntia ficus-indica) como aditivo natural en las propiedades mecánicas del concreto", presenta resultados relevantes acerca del uso de este material como aditivo natural y su influencia en las propiedades mecánicas del concreto sin refuerzo. La población de estudio está formada por muestras de concreto con los siguientes porcentajes al 0%, 10%, 12.5% y 15% del peso del agua. De manera similar, las muestras se organizaron en 8 especímenes destinados a la medición del asentamiento y 36 probetas cilíndricas en estado endurecido para la determinación de la resistencia a la compresión y el módulo elástico, evaluadas en tres etapas de curado: a los 7, 14 y 28 días.

En cuanto al asentamiento la proporción del 12.5% resulto la más eficiente al mejorar sin afectar el asentamiento del concreto, en cuanto al tiempo de hidratación se evidencio un balance optimo al prolongar el tiempo de fraguado de manera moderada. Por el contrario, la resistencia axial del concreto no presento mejoras considerables con la adición del mucilago de tuna, sin embargo, muestra mínimas variaciones a los 14 días, determinando que el mucilago de tuna incrementa la consistencia y extiende el tiempo de fraguado, no obstante, no produce cambios significativos en la resistencia a la compresión ni en el módulo de elasticidad. Por ello presenta un efecto favorable sobre el asentamiento y el tiempo de fraguado, pero no ejerce incidencia en la resistencia a la compresión ni en el módulo de elasticidad.

Ortiz y Pumayalla (2022), En su tesis de pregrado, a “Adición del mucilago de nopal para mejora de las propiedades físicas del concreto estructural en Nuevo Chimbote”, indagó sobre las consecuencias que produce la inclusión del mucílago de nopal en las propiedades físicas del concreto estructural desarrollado en la ciudad de Nuevo Chimbote.

El estudio adoptó un diseño experimental exhaustivo que comprendió probetas de concreto convencional y probetas con adición de mucílago de nopal en porcentajes de 1%, 3%, 5% y 7% respecto al volumen total de la mezcla, con la finalidad de analizar su trabajabilidad y resistencia. Los hallazgos obtenidos evidenciaron que funciona como un componente de origen natural con alta compatibilidad con el concreto y no influye de manera considerable en el asentamiento. Así mismo la incorporación del 3% logra un aumento en la resistencia a la compresión. Paralelamente, se buscarán nuevas aplicaciones para el mucilago de nopal lo que impulsara su cultivo y beneficiar los ingresos económicos de los productores del sector

Bejarano y Villaverde (2024), En su tesis “Estudio de las propiedades físico – mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con fibras de acero reciclado en Huánuco”, como objetivo fundamental se estableció analizar la incidencia que produce la incorporación de fibras de acero reciclado en las características físicas y mecánicas del concreto con una resistencia de diseño $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. El estudio tuvo como finalidad identificar la proporción más adecuada de fibras de acero en diversas longitudes (4 cm, 6 cm y 8 cm) y distintas cantidades de adición (20 kg/m^3 , 40 kg/m^3 y 60 kg/m^3). A tal efecto, las probetas fueron expuestas a ensayos de asentamiento, resistencia a la compresión axial y flexión al cumplir 28 días de curado. Se establece que la inclusión de fibra de acero ejerce una influencia favorable en las características físicas y mecánicas del concreto, determinándose que la longitud y dosificación óptima corresponden a 6 cm y 20 kg/m^3 respectivamente, puesto que esta combinación logra un balance adecuado entre el tamaño de la fibra y la resistencia conseguida.

A partir de los estudios revisados, se procedió a establecer el marco conceptual.

Concreto

Es un material para la construcción el cual ha sido definido por diversos autores e instituciones especializadas. Es así como García (2014), se refiere al concreto como un material endurecido con una apariencia de piedra y se obtiene a partir de la mezcla de cemento, áridos, agua y aire. A diferencia de las piedras naturales, el concreto puede fabricarse ajustándose a las dimensiones que cada proyecto demande. Para lograr estas dimensiones se recurre al uso de moldes o encofrados, los cuales deben satisfacer tres condiciones fundamentales: resistencia, durabilidad y economía. (García ,2014). Por otro lado, según Harmsen (2005): El concreto se define como una mezcla compuesta por cemento, piedra, arena, aire y agua.

Tabla 1

Elementos del concreto

Aire	Agua	Cemento	Agregado (Fino Y Grueso)
5%	15%	10%	70%
Pasta		Mineral Inerte	

Nota: Adaptado de García, 2014.

En principio, el volumen de mortero debería ser suficiente para ocupar los espacios existentes entre las partículas. No obstante, en la práctica se emplea una cantidad mayor de mortero para garantizar que no se generen vacíos en la mezcla, del mismo modo

para obtener un concreto de óptima calidad depende del adecuado control en las etapas de traslado, colocación y proceso de curado del material. (Harmsen, 2005).

Figura 1

Mezcla de concreto



Nota: Adaptado de Aitcin & Wilson, 2015.

Componentes del concreto

El cemento

De acuerdo con la norma (ASTM C150) se obtiene mediante la molienda del Clinker, constituido fundamentalmente por silicatos de calcio hidráulicos, al cual se le incorpora habitualmente uno o más compuestos de sulfato de calcio como componente adicional el proceso de trituración.

Según Harmsen (2005), se compone de los siguientes elementos:

- Silicato tricálcico, es el responsable de generar la resistencia temprana del cemento y ejerce una incidencia de manera notable en el calor generado durante la hidratación.
- Silicato dicálcico, favorece el incremento de la resistencia en edades avanzadas y no ejerce una incidencia relevante sobre el calor producido durante la hidratación.
- Aluminio tricálcico, actúa como catalizador en la reacción de los silicatos, ocasionando un fraguado anticipado de la mezcla. Para contrarrestar este fenómeno se incorpora yeso durante el proceso de fabricación.
- Ferrito Tetracálcico, ejerce influencia sobre la rapidez con que se desarrolla la hidratación y, en menor grado, sobre la cantidad de calor que este proceso origina.
- Otros Adicionalmente, se encuentran presentes en pequeñas proporciones otros compuestos como óxidos de magnesio, potasio, sodio y titanio

Según García (2014), Es necesario que el cemento, para considerarlo de buena calidad tiene que pasar las pruebas que indican las siguientes normas: ASTM (C 183 y 184 C 187 a 191).

Clasificación del cemento Pórtland

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana (NTP 334.009:2020) se establecen las especificaciones que debe satisfacer cada variedad de cemento Portland.

- Tipo I (uso general): Para trabajos de concreto que no demanden características determinadas.
- Tipo II (resistencia moderada/calor): Para usos generales en los que se requiere una capacidad intermedia de resistencia a los sulfatos y una hidratación.
- Tipo II(MH) (calor moderado): Para usos generales en situaciones donde se necesita un nivel intermedio tanto en el calor de hidratación como en la tolerancia frente a los sulfatos.
- Tipo III (Resistencias Iniciales Elevadas): Se aplica en situaciones en las que se requiere alcanzar altas resistencia en corto tiempo.
- Tipo IV (Bajo Calor de Hidratación): Para construcciones en las que se requiere minimizar el calor generado durante el proceso de hidratación.
- Tipo V (Alta Resistencia a los Sulfatos): Para construcciones emplazadas en terrenos con elevado contenido de sulfatos.

Los agregados

De acuerdo con Harmsen (2005), son componentes que no participan activamente en la mezcla de concreto, puesto que no toman parte en las reacciones químicas que ocurren entre el cemento y el agua.

Los agregados se clasifican en dos grupos: agregado fino o arena y agregado grueso o grava, los cuales en su totalidad constituyen entre el 70% y el 75% del volumen total de la masa de concreto en estado endurecido. (Harmsen, 2005).

Agregado fino o arena

Según Harmsen (2005), el agregado fino debe presentar condiciones de durabilidad, resistencia y limpieza, estando exento de impurezas tales como polvo, limo, pizarra, álcalis y materia orgánica. No obstante, el contenido de arcilla o limos no debe exceder el 5%, ni el de materias orgánicas el 1,5%. Por ello, las partículas deben presentar dimensiones menores a $\frac{1}{4}$ " y su distribución granulométrica debe cumplir con las especificaciones establecidas en la norma ASTM-C-33-99a.

Tabla 2*Tamizado del agregado fino*

Tamiz (Especificaciones E 11)	Porcentaje Pasando (%)
9.5 mm (3/8 in)	100
4.75 mm (No. 4)	95 a 100
2.36 mm (No. 8)	80 a 100
1.18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	5 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

Nota: Adaptado a la norma ASTM -C-33-99^a.**Agregado grueso o grava**

Según Harmsen (2005), el agregado grueso está conformado por rocas graníticas, dioríticas y sieníticas. Asimismo, puede utilizarse piedra chancada o grava clasificada proveniente de ríos o yacimientos naturales. No obstante, el contenido de arcillas y finos no debe sobrepasar el 5%, ni el de materias orgánicas el 1,5%, debiendo satisfacer los requisitos establecidos en la norma ASTM-C-33-99a.

Tabla 3*Tamizado del agregado fino*

Número De Tamaño	Tamaño Nominal (Tamices con abertura cuadrada)	Cantidades Más Finas Que Cada Tamiz De Laboratorio (Abertura Cuadrada)												
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1½ pulg)	25 mm (1 pulg)	19 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (¾ pulg)	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37.5 mm			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 25 mm				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 a 4.75 mm				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	37.5 a 19 mm					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	37.5 a 4.75 m					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	25 a 12.5 mm						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25 a 9.5 mm						100	95 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5		
57	25 a 4.75 mm						100	100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19 a 9.5 mm							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19 a 4.75 mm								90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.745 m								100	90 a 100	40 a 85	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36mm									100	85 a 100	10 a 30	0 a 5	0 a 5

Nota: Adaptado de la norma ASTM -C-33-99^a.**Ensayos de los agregados**

De acuerdo con Harmsen (2005), estos elementos conforman el 70 % a 75% del total del concreto endurecido. Por ello, resulta indispensable conocer sus propiedades

físicas, con el fin de garantizar la calidad del concreto. Estas propiedades son determinadas a través de ensáyanos normados, cuyos procedimientos se encuentran detallados en la NTP. Seguidamente, se presentan los principales ensayos de los agregados.

- NTP 400.012, obtención de la distribución del tamaño de partículas correspondientes al agregado fino, grueso y a su mezcla conjunta.
- NTP 339.185, método normalizado para determinar el porcentaje de humedad evaporable en los agregados a través de su sometimiento a un proceso de secado controlado.
- NTP 400.021, técnica normalizada empleada para calcular la densidad relativa y la capacidad de captación de agua del agregado grueso.
- NTP 400.022, método normalizado destinado a determinar la densidad, gravedad específica y el porcentaje de absorción de agua del agregado fino.

Agua

Los estándares normativos de calidad determinan que este elemento del concreto se emplea para la elaboración e hidratación del concreto. Por tal razón, debe encontrarse libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y sustancias orgánicas. Teniendo como objetivo hidratar el cemento y mejorar la trabajabilidad de la mezcla.

Propiedades del concreto en estado fresco

El concreto fresco corresponde a la etapa en que la mezcla preparada conserva su consistencia blanda y se encuentra en estado plástico, condición que se mantiene hasta el inicio del proceso de fraguado.

Trabajabilidad

Según Isidro (2018), se refiere a la trabajabilidad como una representación de la fluidez de la mezcla. El ensayo empleado para determinar el asentamiento del concreto es por medio del ensayo de Slump Test y el equipo a utilizar es el molde de tronco en forma de cono, cuyas bases circulares son paralelas entre sí, con diámetros de 20cm y 10cm respectivamente con una altura 30cm y seguir con los lineamientos de acuerdo con la NTP 339.035, (2015, p5).

Tabla 4

Consistencia de mezcla de concreto

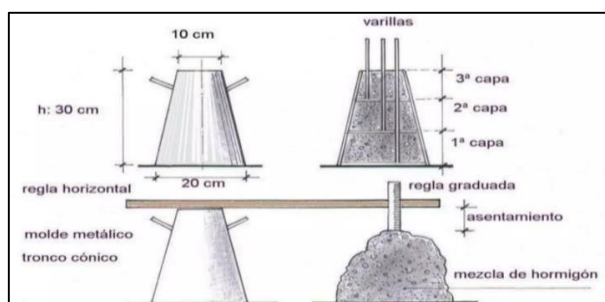
Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal

Plástica	3'' a 4''	Trabajable	Vibra ligera
Fluida	Mayor a 5''	Muy trabajable	Chuseada

Nota: Adaptado de Abanto,2017.

Figura 2

Ensayo de asentamiento del concreto (Cono de Abrams)



Nota: Adaptado a la NTP 339.035

Propiedades del concreto en estado endurecido

Es cuando la pasta cementante pasa de un estado blando al endurecimiento, en donde empieza a adquirir fuerza, dureza y resistencia.

Resistencia a la compresión

Representa el esfuerzo máximo que el concreto puede soportar cuando es sometido a una carga de tipo compresivo. Entre los factores que condicionan esta propiedad se encuentran la edad del concreto, el contenido de aire, la cantidad de cemento, las características de los agregados, el tamaño máximo del agregado, así como las condiciones de fraguado y curado. (Pacheco,2017).

Conforme a lo estipulado en la norma ASTM C39, se describe el procedimiento estandarizado para la determinación de la capacidad resistente a la compresión en probetas cilíndricas.

Adiciones en la mezcla de concreto

Son materiales añadidos a la mezcla de concreto, modifican sus características en su fase plástica como en su fase sólida. Según su composición, se agrupan en aditivos de tipo químico y mineral, y su incorporación persigue optimizar la trabajabilidad, atenuar el fisuramiento ocasionado por el calor de hidratación, potenciar la durabilidad, minimizar el riesgo de corrosión y producir concretos con alta capacidad resistente. (Harmsen, 2005).

Mucilago de Tuna, (Opuntia ficus-indica)

De las hojas de la tuna se extraen una sustancia líquida “viscosa” que es el mucílago, forma parte de uno de los elementos más relevantes de la fibra dietética. Dado que el mucílago de nopal es un polisacárido de naturaleza fibrosa y con una estructura

altamente ramificada, resaltando la importancia de su propiedad de viscosidad, obteniendo como resultado la capacidad de retener fuertemente grandes cantidades de agua. (Rodríguez et al., 2011).

Componentes del mucilago de tuna

Según McGarvie & Parolis (1981), el mucilago está compuesto por polisacáridos que actúan como plastificante natural.

Uso en el concreto

Según Chandra et al. (1998), el mucilago de tuna actúa como aditivo plastificante natural por estar compuesto por sus polisacáridos, las cuales mejoran la trabajabilidad del concreto debido a sus propiedades de viscosidad y retención de humedad en la mezcla cumpliendo funciones similares a los aditivos plastificantes sintéticos.

Fibra metálica

La integración de las fibras metálicas al concreto su finalidad es optimizar sus características mecánicas. Puesto que su comportamiento de dichas fibras funciona como componentes que potencian la tenacidad y resistencia del concreto, limitando la propagación de fisuras y grietas, sobre todo durante la fase que sucede a la fractura. Finalmente, este tipo de concreto puede ofrecer una mayor vida útil y disminuir la posibilidad de deterioros prematuros. (Bejarano & Villaverde, 2024).

Diseño de mezcla

Consiste en la elección de materiales y las dosificaciones en la elaboración para el concreto, conforme a las exigencias de resistencia, costos, peso, durabilidad y características de acabados. Con el propósito de que la dosificación del concreto se fundamente en información obtenida a partir de ensayos de laboratorio, en los cuales se hayan empleado los mismos materiales que serán utilizados en la ejecución de la obra. (Abanto, 2009)

Diseño de mezclas por el método ACI

De acuerdo con el Instituto Americano del Concreto (ACI), a través de la norma ACI 211.1, consiste en calcular un peso estimado de concreto por unidad de espacio que ocupa. Los métodos empleados toman en cuenta criterios como la trabajabilidad, la consistencia, la resistencia y la durabilidad de la mezcla. (Cordero et al., 2022). La ACI 211.1 es una guía para ellos se necesita informaciones materiales como:

- Distribución granulométrica de los agregados para asegurar que los espacios vacíos se llenen correctamente.

- Peso unitario del agregado grueso para determinar cuánto pesa el material suelto o en compactación.
- Densidad y absorción que indica cuánta agua se le proporcionara.
- Requerimientos de agua para la mezcla para determinar la hidratación que se necesitara.
- Relaciones agua/cemento que es indispensable para definir la resistencia y durabilidad del concreto.
- Densidad de materiales cementantes para calcular el volumen absoluto que ocupara el cemento.
- Optimización de las densidades para que el concreto tenga una mejor compactación.

Procedimiento para el diseño de mezcla con el método ACI

Por medio de la guía ACI 211.1, el Instituto Americano del Concreto propone una metodología para el proporcionamiento de mezclas de concreto, estableciendo criterios que contemplan factores como la relación agua/cemento, la cantidad mínima de cemento, el porcentaje de aire incorporado, el asentamiento, la dimensión máxima del agregado y la resistencia de diseño y otras propiedades vinculadas al material cementante, los aditivos y los agregados. (Cordero et al., 2022).

Estos pasos se enuncian a continuación:

- Establecimiento del valor de asentamiento.
- Selección de la dimensión máxima del agregado.
- Cálculo del volumen de agua y del porcentaje de aire incluido
- Establecimiento de la proporción entre el agua y el cemento.
- Cálculo del número de bolsas de cemento requeridas.
- Determinación de la cantidad de agregado grueso.
- Cálculo del volumen de agregado fino necesario.
- Ajuste por contenido de humedad de los agregados para realizar las correcciones en las proporciones de la mezcla.

Marco conceptual o definiciones de términos básicos

Concreto

Es un material para la construcción el cual ha sido definido por diversos autores e instituciones especializadas. Es así como García (2014), se refiere al concreto como un

material endurecido con una apariencia de piedra y se produce de la combinación de cemento, agregados, agua y aire.

Cemento

Según la norma (ASTM C150) se obtiene de la pulverización del Clinker, el silicato de calcio en su principal componente hidráulico más la adicionando de uno o más de los compuestos de sulfato de calcio.

Los agregados

De acuerdo con Harmsen (2005), constituyen componentes pasivos dentro de la mezcla de concreto, dado que no intervienen en los procesos químicos que se generan entre el cemento y el agua.

Agua

Los estándares normativos de calidad determinan que este elemento del concreto se emplea para la elaboración e hidratación del concreto. Por tal motivo, debe estar libre de impurezas como aceites, ácidos, álcalis, sales y sustancias de origen orgánico. Con la finalidad de activar la hidratación del cemento y optimizar la fluidez de la mezcla.

Mucilago de Tuna, (*Opuntia ficus-indica*)

La penca de tuna excreta un líquido “viscosa” llamada mucílago, forma parte de uno de los elementos más relevantes del componente fibroso de la alimentación. Dado que el mucílago del nopal es un polisacárido de naturaleza fibrosa y con una estructura altamente ramificada, resaltando la importancia de su propiedad de viscosidad, obteniendo como resultado la capacidad de retener fuertemente grandes cantidades de agua. (Rodríguez et al., 2011).

Fibra metálica

La integración de las fibras metálicas al concreto su finalidad es optimizar sus características mecánicas. Puesto que su comportamiento de dichas fibras funciona como componentes que potencian la tenacidad y resistencia del concreto, restringiendo el avance de fisuras y grietas, particularmente durante la fase posterior a la fractura. Finalmente, este tipo de material puede ofrecer una mayor vida útil y disminuir la posibilidad de deterioros prematuros. (Bejarano & Villaverde, 2024).

Trabajabilidad

Según Isidro (2018), se refiere como una representación de la fluidez de la mezcla del concreto.

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque, tipo

Enfoque de investigación

Considerando que la presente investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, se utilizó el método experimental para identificar la variable de estudio. Este enfoque implica seleccionar grupos de sujetos emparejados, aplicar distintos tratamientos, controlar las variables involucradas y analizar si las diferencias obtenidas son estadísticamente significativas. Además, se llevará a cabo la recolección de datos para validar y comprobar las hipótesis a través de ensayos. (Torres y Paz, 2019).

Tipo de investigación

Según su propósito, la investigación fue de tipo aplicada, puesto que aporta al cuidado del medio ambiente al plantear el aprovechamiento de residuos sólidos, lo que permite mejorar las propiedades mecánicas, se enfoca en utilizar descubrimientos tecnológicos para conectar la teoría con el desarrollo de productos. (Burgos y Rodríguez, 2021, p. 38).

2.2. Diseño de investigación

En este estudio de investigación, se estableció que es **experimental**, debido a que existe manipulación de variables independiente que corresponde al mucílago de tuna y fibra metálica para obtener consecuencias en variables dependientes que corresponde a las resistencias mecánicas.

2.3. Población y muestra

Población

La investigación analizó los diversos tipos de mezclas de concreto simple en Ayacucho 2026. Se define la población como el total de elementos o unidades presentes en el espacio geográfico donde se realiza la investigación, según lo establecido por (Carrasco, 2017). En esta investigación la población está constituida por todos los especímenes de concreto que pueden ser fabricadas en un laboratorio de ingeniería certificado y en concordancia con las normas NTP 339.033 y ASTM C 3 para los ensayos de compresión y flexión respectivamente.

Muestra

Según Gonzales Delgado, P. Y., & Mendoza Rodríguez, I. (2016), es la representación de una fracción de la población. El tamaño del espécimen fue 36 probetas de concreto simple con la adición de Mucílago de Tuna (0%, 6%, 8%, 10%) y Fibra

Metálica (0%, 10%, 15%, 20%) en relación con el peso del cemento, fueron sometidos a ensayos de resistencia a la compresión. Los ensayos se efectuarán en tres momentos diferentes: a la edad 7, 14 y 28 días, utilizándose tres probetas para cada periodo.

Tabla 5

Cantidad de muestra

Tratamiento	N° de especímenes por cada edad		
	7 días de edad	14 días de edad	28 días de edad
Grupo Control	3 probetas	3 probetas	3 probetas
GC + 6% de MT + 10% FM	3 probetas	3 probetas	3 probetas
GC + 8% de MT+ 15% FM	3 probetas	3 probetas	3 probetas
GC +10% de MT + 20% FM	3 probetas	3 probetas	3 probetas
Total	36 probetas cilíndricas		

2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

De acuerdo con la metodología empleada, la presente investigación se catalogó como de tipo experimental. El término "experimento" presenta una doble acepción: una definición amplia y otra más precisa. En su sentido más general, un experimento consiste en ejecutar una acción determinada y posteriormente examinar sus resultados. Las estrategias metodológicas para la obtención de datos comprenderán la técnica de observación, la cual facilitará un análisis detallado y exhaustivo de los elementos contextuales durante el desarrollo de las pruebas. Esta aproximación permitirá identificar y registrar aspectos significativos como el entorno, las interacciones, las reacciones de los participantes y otros elementos conductuales inherentes al proceso investigativo. La recopilación de información se realizará mediante una guía de observación, utilizando formatos proporcionados por un laboratorio especializado en concreto. Con la supervisión técnica del ingeniero a cargo, se procederá a la recolección sistemática de datos. Posteriormente, estos datos serán sometidos a diversos análisis y ensayos, que comprenderán evaluaciones como: Determinación del peso específico; cálculo del peso unitario; análisis granulométrico mediante tamizado; resistencia a compresión. El estudio se enfocó inicialmente analizando la influencia de Mucilago de tuna y fibra de metálica de las propiedades mecánicas de un concreto simple. Específicamente, se centró en examinar cómo diferentes proporciones de estos materiales alteraban la resistencia. Para

tal propósito, se prepararon diversos especímenes que fueron sometidos a pruebas de laboratorio destinadas a evaluar sus características y comportamiento mecánico.

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Conforme a la metodología adoptada, el estudio se clasifica como de carácter experimental. El término "experimento" presenta una doble acepción: una definición amplia y otra más precisa. En su sentido más general, un experimento consiste en ejecutar una acción determinada y posteriormente examinar sus resultados. Las estrategias metodológicas para la obtención de datos comprenderán la técnica de observación, la cual facilitará un análisis detallado y exhaustivo de los elementos contextuales durante el desarrollo de las pruebas. Esta aproximación permitirá identificar y registrar aspectos significativos como el entorno, las interacciones, las reacciones de los participantes y otros elementos conductuales inherentes al proceso investigativo. La recopilación de información se realizará mediante una guía de observación, utilizando formatos proporcionados por un laboratorio especializado en concreto. Con la supervisión técnica del ingeniero a cargo, se procederá a la recolección sistemática de datos. Posteriormente, estos datos serán sometidos a diversos análisis y ensayos, que comprenderán evaluaciones como: Determinación del peso específico; cálculo del peso unitario; análisis granulométrico mediante tamizado; resistencia a compresión. La investigación examinó en primera instancia el efecto que genera la incorporación de mucílago de tuna y fibra metálica sobre la capacidad resistente mecánica de un concreto convencional. Específicamente, se centró en examinar cómo diferentes proporciones de estos materiales alteraban la resistencia. Para tal propósito, se prepararon diversos especímenes que fueron sometidos a pruebas de laboratorio destinadas a evaluar sus características y comportamiento mecánico.

2.6. Aspectos éticos en investigación

El proyecto fundamenta una diversidad de fuentes documentales, incluyendo publicaciones científicas como libros, informes, artículos académicos, trabajos de grado y publicaciones periódicas especializadas. Se prestó especial atención a la selección de referencias, priorizando su rigor académico y confiabilidad. Como marco normativo y técnico, se utilizaron las ACI, ASTM C39, ASTM C78 y NTP 339.078, MTC permitiendo evaluar tanto las propiedades de compresión como de flexión del concreto con adición.

En todo momento, se observaron principios éticos de investigación, garantizando el reconocimiento adecuado de las fuentes consultadas y evitando cualquier forma de apropiación indebida de contenidos. Este proceder se realizó en estricto apego a la

legislación de Propiedad Intelectual, específicamente lo establecido en el Decreto Legislativo N°822. Adicionalmente, la estructuración del documento se realizó siguiendo los criterios contemplados en la séptima edición del manual de estilo APA, asegurando una presentación académicamente rigurosa.

III. RESULTADOS

Diseño de mezcla de concreto (Mezcla plástica)

A partir de los resultados arrojados por los ensayos realizados en concordancia con los objetivos definidos, se determinaron las cantidades de los materiales empleando el diseño de mezcla conforme al procedimiento establecido por el Comité 211 del ACI para una resistencia de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, conforme a la secuencia que se expone:

Tabla 6

Datos para el diseño de mezcla

Cemento					
Marca			Cemento Andino		
Tipo			I		
Procedencia			Ayacucho		
Densidad relativa			3,12 gr/cm³		
Peso por bolsa			42.5 kg		
Agua					
Peso específico			1000 kg/m³		
Agregados					
Tipo	Material	Perfil	Tamaño Máximo	Tam. Max. Nominal	Cantera
Fino	Arena	Sub Anguloso	-	-	Rio Cachi
Grueso	Grava Chancada	Anguloso	1"	1/2"	Rio Cachi
Características de los Agregados					
Ítem	Características		Unidad	Agregado Fino	Agregado Grueso
1	Peso Unitario Suelto Seco		Kg/cm³	1 460	1 347
2	Peso Unitario Compacto Seco		Kg/cm³	1 687	1 478
3	Peso Específico De Masa		gr/cm³	2,45	2,57
4	Contenido De Humedad		%	10,36	3,05
5	Absorción		%	4,37	1,77
6	Módulo De Fineza		-	2,93	6,62
7	Push		Kg/cm³	1 611	1 388

Nota: Laboratorio INGEOMAX S.A.C (2026)

Tabla 7

Cantidades por m3 de concreto

Diseño de Mezcla			
Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
377.84 kg	944.99 kg	766.33 kg	155.20 lt
1	2.3	2.1	17.6 lt

Nota: La dosificación mostrada corresponde a un diseño de mezcla con una resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, determinada mediante el método ACI 211.

Tabla 8*Dosificación de materiales*

Material	Unidad	Probeta (4" x 8" Vol. 0.00164 m3)
Cemento	Kg	0.622
Agregado Fino	Kg	1.557
Agregado Grueso	Kg	1.262
Agua	Lt	0.256

Nota: Laboratorio INGEOMAX S.A.C (2026)

Tabla 9*Dosificación con la adición*

Cuadro de Dosificaciones de Diseño de Mezcla con adición (9 probetas)					
Materiales	Unidad	Concreto patrón	Concreto con 6% MT + 10% FM	Concreto con 8% MT + 15% FM	Concreto con 10% MT + 20% FM
Cemento	Kg	5.602	5.602	5.602	5.602
Agregado Fino	Kg	14.011	14.011	14.011	14.011
Agregado Grueso	Kg	11.362	11.362	11.362	11.362
Agua	Lt	2.301	2.301	2.301	2.301
Mucilago de tuna	Kg	0	0.336	0.448	0.560
Fibra de acero	Kg	0	0.560	0.840	1.120

Nota: Cantidades calculadas para la elaboración de 9 probetas por cada tipo de mezcla. El Mucilago de tuna y Fibra metálica actúan como material de adición, por lo cual no se realizaron sustituciones en el contenido de cemento ni de agregados.

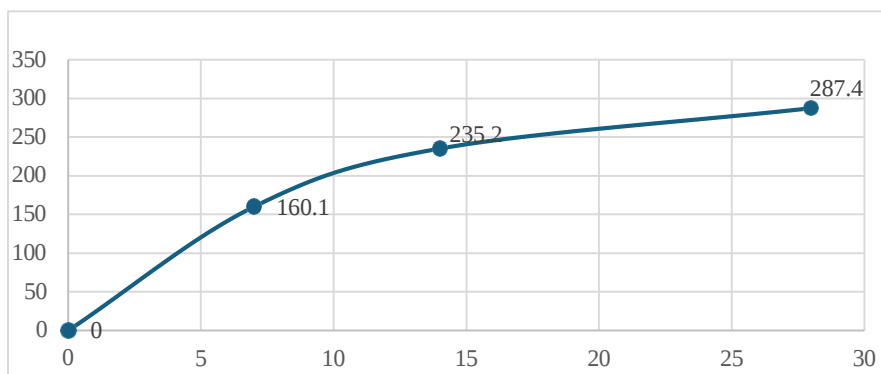
Tabla 10*Resultados de ensayo de resistencia a la compresión*

Nº	Fecha De Moldura	Fecha De Rotura	Lectura (kg)	F'c De Diseño (kg/cm²)	F'c Obtenida (kg/cm²)	Resistencia promedio (kg/cm²)	Porcentaje del Diseño%
7 días de curado							
1	29/10/26	05/11/26	9842.31	210	121.4	160.1	76.25
2	29/10/26	05/11/26	15371.51	210	189.6		
3	29/10/26	05/11/26	13733.83	210	169.4		
14 días de curado							
4	29/10/26	12/11/26	15922.81	210	196.4	200.2	112.00
5	29/10/26	12/11/26	21452.02	210	264.6		
6	29/10/26	12/11/26	19830.55	210	244.6		
28 días de curado							
7	29/10/26	26/11/26	23308.60	210	287.5	207.4	136.87
8	29/10/26	26/11/26	22976.20	210	283.4		
9	29/10/26	26/11/26	23624.78	210	291.4		

Nota: Laboratorio INGEOMAX S.A.C (2026)

Figura 3

Resistencia a la compresión del concreto



Nota: Los datos de resistencia corresponden a las pruebas de compresión efectuadas sobre el concreto de referencia, ejecutadas a los 7, 14 y 28 días de curado, en conformidad con la NTP 339.034 / ASTM C39.

La Tabla 10 expone los valores obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión del concreto de referencia evaluado a los 7, 14 y 28 días de curado, con una resistencia de diseño $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. A los 7 días, la resistencia promedio alcanzada fue de 160.1 kg/cm^2 , equivalente al 76.25% de la resistencia de diseño; este valor es coherente con el desarrollo habitual de la resistencia del concreto, dado que en esta etapa el material continúa en proceso de hidratación y consolidación. A los 14 días, la resistencia promedio ascendió a 235.2 kg/cm^2 , superando la resistencia de diseño al registrar el 112.00%, lo que evidencia un desarrollo acelerado de la capacidad resistente en esta fase del curado. Finalmente, a los 28 días el concreto patrón alcanzó la resistencia promedio más elevada: 287.4 kg/cm^2 , representando el 136.87% de la resistencia especificada. Este incremento progresivo corrobora el adecuado proceso de curado y la calidad de los materiales utilizados en la mezcla de referencia.

De igual manera, la Figura 3 representa de forma gráfica el desarrollo de la resistencia a la compresión del concreto de referencia en relación con el período de curado. Se observa una tendencia ascendente continua y consistente desde los 7 hasta los 28 días, con el mayor incremento relativo entre los 7 y 14 días (aumento de 75.1 kg/cm^2 , equivalente a un 46.9%), seguido de un crecimiento más moderado entre los 14 y 28 días (52.2 kg/cm^2 , equivalente a un 22.2%). Este comportamiento es típico del concreto convencional, los resultados demuestran que el concreto patrón supera la resistencia de diseño a los 14 días y continúa ganándola hasta los 28 días, validando la dosificación empleada como una mezcla base de referencia adecuada para las comparaciones con las mezclas con incorporación de materiales alternativos.

Resistencia a compresión

Resultados Objetivo específico 1: Determinar la influencia del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026, se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación, los cuales permiten evaluar el comportamiento mecánico del concreto ante la incorporación de estos materiales:

Tabla 11

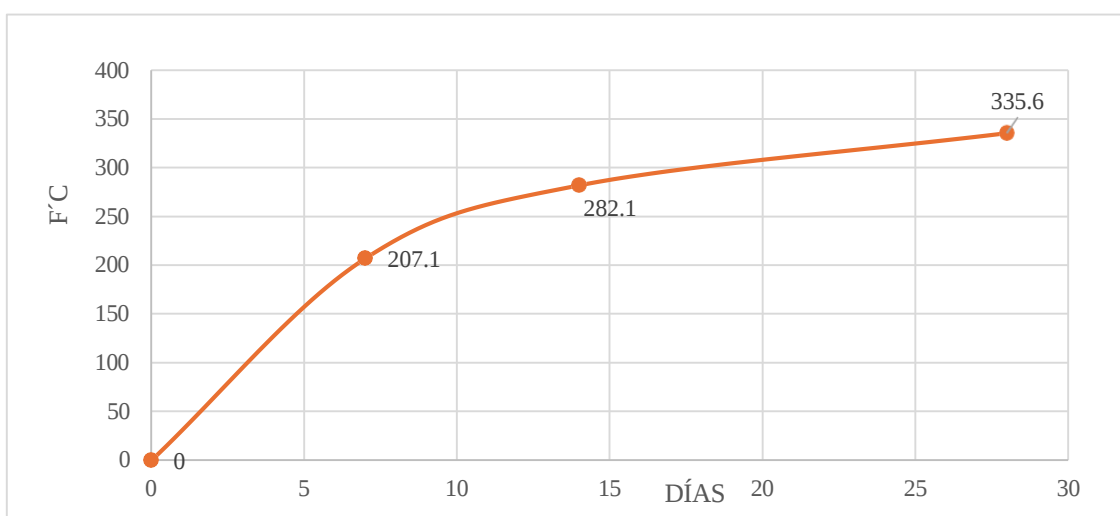
Resultados de ensayo de resistencia a la compresión

Nº	Fecha De Moldura	Fecha De Rotura	Lectura (kg)	F'c De Diseño (kg/cm²)	F'c Obtenida (kg/cm²)	Resistencia promedio (Kg/Cm²)	Porcentaje del Diseño %
7 días de curado							
1	29/10/26	05/11/26	17090.27	210	210.8	207.1	98.62
2	29/10/26	05/11/26	16879.48	210	208.2		
3	29/10/26	05/11/26	16401.15	210	202.3		
14 días de curado							
4	29/10/26	12/10/26	23170.77	210	285.8	282.1	134.33
5	29/10/26	12/10/26	22959.98	210	283.2		
6	29/10/26	12/10/26	22481.65	210	277.3		
28 días de curado							
7	29/10/26	26/12/26	27540.63	210	339.7	335.6	159.83
8	29/10/26	26/12/26	26819.08	210	330.8		
9	29/10/26	26/12/26	27273.09	210	336.4		

Nota: Laboratorio INGEOMAX S.A.C (2026)

Figura 4

Resistencia del concreto patrón +6% MT + 10% FM



Nota: Los datos de resistencia pertenecen a las pruebas de compresión efectuadas sobre el concreto de referencia con adición de 6% MT + 10% FM, ejecutadas a los 7, 14 y 28 días de curado, en concordancia con la NTP 339.034 / ASTM C39.

La Tabla 11 presenta los valores obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión de la combinación con 6% de mucílago de tuna (MT) y 10% de fibra metálica (FM), evaluada a los 7, 14 y 28 días de curado conforme a la NTP 339.034 / ASTM C39, con una resistencia de diseño $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. A los 7 días de curado, la resistencia promedio alcanzada fue de 207.1 kg/cm^2 , equivalente al 98.62% de la resistencia de diseño; este valor es destacable considerando que la mezcla logró aproximarse al valor objetivo en la primera semana, lo que sugiere que la incorporación de mucílago de tuna y fibra metálica favorece el desarrollo temprano de la resistencia, posiblemente por el efecto densificador del mucílago en la matriz cementante y el refuerzo mecánico que aportan las fibras. A los 14 días, la resistencia promedio ascendió a 282.1 kg/cm^2 , superando la resistencia de diseño al registrar el 134.33%, lo cual evidencia una ganancia acelerada de capacidad resistente en esta etapa. Finalmente, a los 28 días, la mezcla registró la resistencia promedio más elevada: 335.6 kg/cm^2 , representando el 159.83% de la resistencia de diseño, sobrepasando ampliamente el f'_c especificado. Este incremento progresivo y sostenido corrobora la incidencia positiva de la adición de mucílago de tuna al 6% y fibra metálica al 10% en la resistencia a la compresión del concreto.

De igual manera, la Figura 4 representa de forma gráfica el comportamiento de la resistencia a la compresión de la combinación con 6% MT + 10% FM a lo largo del período de curado.

Se observa una tendencia creciente continua y sostenida desde los 7 hasta los 28 días. El mayor incremento absoluto se registró entre los 7 y 14 días ($+75.0 \text{ kg/cm}^2$, equivalente al 36.2% de crecimiento relativo), lo que refleja la intensa actividad de hidratación del cemento en dicha etapa; entre los 14 y 28 días el aumento fue más moderado ($+53.5 \text{ kg/cm}^2$, equivalente al 19.0%), característico de la maduración progresiva de la pasta cementante. Cabe resaltar que esta combinación superó la resistencia de diseño desde los 7 días de curado (98.62%), comportamiento superior al del concreto convencional que generalmente alcanza dicho valor cerca de los 14 días, lo cual puede atribuirse al efecto sinérgico del mucílago de tuna y la fibra metálica en el desarrollo temprano de la resistencia.

Procesamiento de datos

El tratamiento de la información se llevó a cabo mediante el programa Excel y, para la verificación de los datos, se ejecutó un análisis estadístico utilizando el software "IBM SPSS Stats".

Evaluación de Normalidad

La distribución normal de los datos fue verificada a través de la prueba de Shapiro-Wilk, dado que el tamaño de la muestra por grupo es inferior a 50 observaciones. Se estableció un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Se formularon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H0): La adición de mucílago de tuna al 6% y fibra metálica al 10% no ejerce influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto simple en Ayacucho, 2026.

Hipótesis alternativa (H1): La adición de mucílago de tuna al 6% y fibra metálica al 10% ejerce influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto simple en Ayacucho, 2026.

Criterios de decisión:

- Si $p > 0,05 \rightarrow$ se asume distribución normal (pruebas paramétricas)
- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ no se asume distribución normal (pruebas no paramétricas)

Tabla 12

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Resistencia a la compresión Días de curado	Kolmogórov-Smirnov*			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl.	Sig.
7 días	0.266	3		0.952		0.579
14 días	0.266	3		0.952		0.579
28 días	0.234	3		0.978		0.717

Nota. Test de normalidad de Shapiro-Wilk aplicado a la variable resistencia a la compresión del concreto con adición, evaluada a los 7, 14 y 28 días de curado, con 3 especímenes por grupo. Debido al reducido tamaño muestral, se optó por el estadístico de Shapiro-Wilk en lugar del de Kolmogórov-Smirnov para la toma de decisiones

Los valores presentados en la Tabla 12 revelan que a los 7 días de curado se registró $W = 0.952$ con $p = 0.579$; a los 14 días $W = 0.952$ con $p = 0.579$; y a los 28 días $W = 0.978$ con $p = 0.717$. En los tres períodos evaluados $p > 0.05$, por lo que se mantiene la hipótesis nula de normalidad en todas las edades analizadas.

Por consiguiente, los valores de resistencia a la compresión del concreto con adición siguen una distribución normal a los 7, 14 y 28 días de curado, lo que permite la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas. En tal sentido, se procedió a ejecutar el análisis de varianza (ANOVA) de dos factores sin interacción.

Tabla 13*Análisis de varianza (ANOVA)*

	Suma de cuadros	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	25011.636	2	12505.818	644.814	< 0.001
Dentro de grupos	116.367	6	19.394		
Total	25128.002	8			

Nota: Valores obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) de un factor. El estadístico $F(2, 6) = 14.805$ con un $p < 0.001$ confirma la presencia de diferencias estadísticamente relevantes entre los promedios de los grupos correspondientes a cada etapa de curado evaluada, con un nivel de confianza del 95%.

Los datos presentados en la Tabla 13 evidencian que $F(2, 6) = 644.814$ con una significancia de $p < 0.001$, valor notablemente inferior a 0.05. Ello demuestra la existencia de diferencias estadísticamente relevantes entre los promedios de resistencia a la compresión de los grupos según la etapa de curado. En consecuencia, con un nivel de confianza del 95%, se puede afirmar que el período de curado (7, 14 y 28 días) ejerce una incidencia considerable en la resistencia a la compresión del concreto elaborado con adición de mucílago de tuna y fibra metálica.

Tabla 14*Prueba de post hoc tukey*

COMPARACIONES MÚLTIPLES							
Variable dependiente:	resistencia						
	kg/cm ²						
(I) días de curado	(J) días de curado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
HSD Tukey	7	14	-75.00000*	3.59578	0.000	-86.0328	-63.9672
		28	-128.53333*	3.59578	0.000	-139.5662	-117.5005
	14	7	75.00000*	3.59578	0.000	63.9672	86.0328
		28	-53.53333*	3.59578	0.000	-64.5662	-42.5005
	28	7	128.53333*	3.59578	0.000	117.5005	139.5662
		14	53.53333*	3.59578	0.000	42.5005	64.5662

Nota. Test post hoc HSD de Tukey aplicado a la variable resistencia a la compresión del concreto con incorporación de 6% de mucílago de tuna y 10% de fibra metálica, evaluada a los 7, 14 y 28 días de curado. El símbolo () señala que la diferencia entre medias es estadísticamente significativa al nivel .05. El término de error corresponde a la media cuadrática (Error) = 11.054. IC = intervalo de confianza; EE = error estándar.*

En la comparación entre los 7 y 14 días, se registró una diferencia de medias de -75.00 kg/cm² (EE = 3.60, IC 95% [-86.03, -63.97], p = .000), lo que indica que la resistencia a los 14 días fue significativamente superior a la registrada a los 7 días.

En la comparación entre los 7 y 28 días, la diferencia de medias fue de -128.53 kg/cm² (EE = 3.60, IC 95% [-139.57, -117.50], p = .000), evidenciando que la resistencia a los 28 días superó significativamente a la obtenida a los 7 días.

Por último, en la comparación entre los 14 y 28 días, se obtuvo una diferencia de medias de -53.53 kg/cm² (EE = 3.60, IC 95% [-64.57, -42.50], p = .000), lo que confirma que la resistencia a los 28 días fue considerablemente mayor a la registrada a los 14 días. En tal sentido, los resultados obtenidos permiten determinar que la adición de 6% de mucílago de tuna y 10% de fibra metálica ejerce una incidencia notable y progresiva en la resistencia a la compresión del concreto simple, evidenciándose aumentos estadísticamente relevantes entre cada etapa de curado analizada (7, 14 y 28 días), con un incremento acumulado de 128.53 kg/cm² entre los 7 y 28 días.

Resultados Objetivo específico 2: Determinar la influencia del mucílago de tuna al 8% de adición y fibra metálica al 15% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Tabla 15

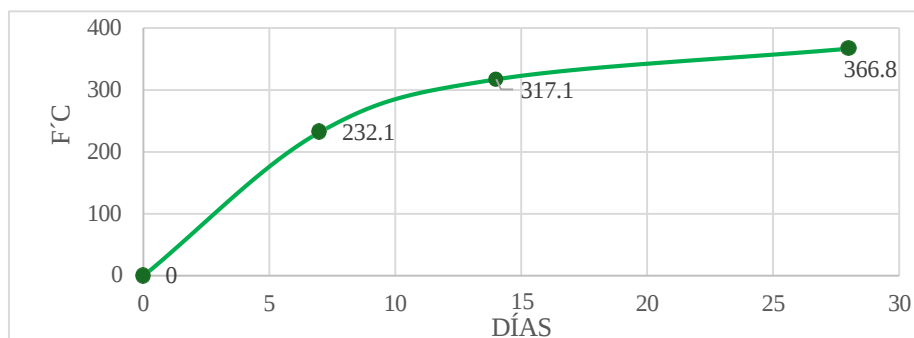
Resultados del concreto patrón +8% MT + 15% FM

Nº	Fecha De Moldura	Fecha De Rotura	Lectura (kg)	F'c De Diseño (kg/cm²)	F'c Obtenida (kg/cm²)	Resistencia promedio (Kg/Cm²)	Porcentaje del Diseño%
7 días de curado							
1	30/10/26	06/11/26	18841.45	210	232.4	232.1	110.54
2	30/10/26	06/11/26	18792.81	210	231.8		
3	30/10/26	06/11/26	18825.24	210	232.2		
14 días de curado							
4	30/10/26	13/11/26	25732.69	210	317.4	317.1	151.02
5	30/10/26	13/11/26	25684.05	210	316.8		
6	30/10/26	13/11/26	25716.48	210	317.2		
28 días de curado							
7	30/10/26	27/11/26	29956.62	210	369.5	369.0	174.65
8	30/10/26	27/11/26	29291.81	210	361.3		
9	30/10/26	27/11/26	29956.62	210	369.5		

Nota: Laboratorio INGEOMAX S.A.C (2026)

Figura 5

Resistencia a la compresión del concreto



Nota: Los datos de resistencia pertenecen a las pruebas de compresión efectuadas sobre el concreto de referencia con incorporación de 8% MT + 15% FM, ejecutadas a los 7, 14 y 28 días de curado, en conformidad con la NTP 339.034 / ASTM C39.

La Tabla 15 expone los valores obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión de la combinación con 8% de mucílago de tuna (MT) y 15% de fibra metálica (FM), evaluada a los 7, 14 y 28 días de curado conforme a la NTP 339.034 / ASTM C39, con una resistencia de diseño $f'c = 210$ kg/cm². A los 7 días de curado, la resistencia promedio alcanzada fue de 232.1 kg/cm², equivalente al 110.52% de la resistencia de diseño; este valor es particularmente notable, dado que la mezcla sobrepasó el $f'c$ de diseño desde la primera semana, comportamiento que puede atribuirse al efecto densificador del mucílago de tuna en la interfaz pasta-agregado y al refuerzo mecánico que aporta la fibra metálica, los cuales activan sinérgicamente el desarrollo temprano de la resistencia. A los 14 días, la resistencia promedio ascendió a 317.1 kg/cm², alcanzando el 151.00% de la resistencia de diseño, lo que evidencia una ganancia sostenida y acelerada de capacidad resistente en esta etapa del curado. Finalmente, a los 28 días, la mezcla registró la resistencia promedio más elevada: 366.8 kg/cm², representando el 174.67% del $f'c$, superando ampliamente la resistencia especificada en el diseño. Este incremento progresivo y consistente en las tres etapas de curado corrobora la incidencia altamente favorable de la adición de mucílago de tuna al 8% y fibra metálica al 15% sobre la resistencia a la compresión del concreto.

De igual manera, la Figura 5 representa de forma gráfica el desarrollo de la resistencia a la compresión de la mezcla con 8% MT + 15% FM en función del tiempo de curado. Se aprecia una tendencia ascendente continua y sostenida desde los 7 hasta los 28 días. El mayor incremento absoluto se produjo entre los 7 y 14 días (+85.0 kg/cm², equivalente al 36.6% de crecimiento relativo), reflejando la intensa actividad de hidratación del cemento y la activación progresiva del efecto de la fibra metálica en esta

etapa; entre los 14 y 28 días el crecimiento fue más moderado (+49.7 kg/cm², equivalente al 15.7%), característico de la madurez progresiva de la pasta cementante. Es especialmente significativo que esta mezcla con las dosificaciones máximas evaluadas de MT y FM superó la resistencia de diseño desde los 7 días (110.52%), registrando además los valores de resistencia más altos de todas las combinaciones estudiadas en el presente objetivo específico.

Procesamiento de datos

El tratamiento de la información se llevó a cabo mediante el programa Excel y, para la verificación de los datos, se ejecutó un análisis estadístico utilizando el software "IBM SPSS Stats".

Evaluación de Normalidad

La distribución normal de los datos fue verificada a través de la prueba de Shapiro-Wilk, dado que el tamaño de la muestra por grupo es inferior a 50 observaciones. Se estableció un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Se formularon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H0): La adición de mucílago de tuna al 6% y fibra metálica al 10% no ejerce influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto simple en Ayacucho, 2026.

Hipótesis alternativa (H1): La adición de mucílago de tuna al 8% y fibra metálica al 15% ejerce influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto simple en Ayacucho, 2026. Criterios de decisión:

- Si $p > 0,05 \rightarrow$ se asume distribución normal (pruebas paramétricas)
- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ no se asume distribución normal (pruebas no paramétricas)

Tabla 16

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Resistencia a la compresión Días de curado	Kolmogórov-Smirnov*			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl.	Sig.
7 días	0.266	3		0.964	3	0.637
14 días	0.266	3		0.964	3	0.637
28 días	0.234	3		1.000	3	0.973

Nota: Test de normalidad de Shapiro-Wilk empleado para analizar la variable resistencia a la compresión del concreto con adición, medida a los 7, 14 y 28 días de curado, considerando 3 probetas por grupo. Ante el tamaño reducido de la muestra, se priorizó el estadístico de Shapiro-Wilk por encima del de Kolmogórov-Smirnov como criterio para la toma de decisiones.

Los valores presentados en la Tabla 16 revelan que a los 7 días de curado se registró $W = 0.964$ con $p = 0.637$; a los 14 días $W = 0.964$ con $p = 0.637$; y a los 28 días $W = 1.000$ con $p = 0.973$. En los tres períodos evaluados $p > 0.05$, por lo que se mantiene la hipótesis nula de normalidad en todas las edades analizadas.

Por consiguiente, los valores de resistencia a la compresión del concreto con adición presentan una distribución normal a los 7, 14 y 28 días de curado, lo que permite la aplicación de pruebas estadísticas paramétricas. En tal sentido, se procedió a ejecutar el análisis de varianza (ANOVA) de un factor.

Tabla 17

Análisis de varianza (ANOVA)

	Suma de cuadros	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	27326.780	2	13663.390	2411.186	$p < 0.001$
Dentro de grupos	34.000	6	5.667		
Total	27360.780	8			

Nota: Valores obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) de un factor. El estadístico $F(2, 6) = 2411.186$ con un $p < 0.001$ confirma la presencia de diferencias estadísticamente relevantes entre los promedios de los grupos correspondientes a cada etapa de curado evaluada, con un nivel de confianza del 95%.

Los datos presentados en la Tabla 17 evidencian que $F(2, 6) = 2411.186$ con una significancia de $p < 0.001$, valor notablemente inferior a 0.05. Ello demuestra la existencia de diferencias estadísticamente relevantes entre los promedios de resistencia a la compresión de los grupos según la etapa de curado. En consecuencia, con un nivel de confianza del 95%, se puede afirmar que el período de curado (7, 14 y 28 días) ejerce una incidencia considerable en la resistencia a la compresión del concreto elaborado con adición de mucílago de tuna y fibra metálica.

Tabla 18

Prueba de post hoc tukey

COMPARACIONES MÚLTIPLES						
Variable dependiente:	resistencia kg/cm ²					
(I) días de curado	(J) días de curado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior

HSD Tukey	7	14	-85.00000*	1.94365	0.000	-90.9637	-79.0363
		28	-133.30000*	1.94365	0.000	-139.2637	-127.3363
	14	7	85.00000*	1.94365	0.000	79.0363	90.9637
		28	-48.30000*	1.94365	0.000	-54.2637	-42.3363
	28	7	133.30000*	1.94365	0.000	127.3363	139.2637
		14	48.30000*	1.94365	0.000	42.3363	54.2637

Nota: El análisis mediante la prueba HSD de Tukey reveló diferencias estadísticamente relevantes entre todas las etapas de curado analizadas ($p = .000 < .05$), lo cual indica que la resistencia a la compresión experimenta variaciones considerables en cada período de evaluación para la dosificación con 8% de mucílago de tuna y 15% de fibra metálica.

En la comparación entre los 7 y 14 días, se registró una diferencia de medias de -85.00 kg/cm² (EE = 1.94, IC 95% [-90.96, -79.04], $p = .000$), lo que indica que la resistencia a los 14 días fue significativamente superior a la registrada a los 7 días.

En la comparación entre los 7 y 28 días, la diferencia de medias fue de -133.30 kg/cm² (EE = 1.94, IC 95% [-139.26, -127.34], $p = .000$), evidenciando que la resistencia a los 28 días superó significativamente a la obtenida a los 7 días.

Por último, en la comparación entre los 14 y 28 días, se obtuvo una diferencia de medias de -48.30 kg/cm² (EE = 1.94, IC 95% [-54.24, -42.34], $p = .000$), lo que confirma que la resistencia a los 28 días fue considerablemente mayor a la registrada a los 14 días. Los valores obtenidos permiten determinar que la adición de 10% de mucílago de tuna y 20% de fibra metálica ejerce una incidencia notable y progresiva en la resistencia a la compresión del concreto simple, evidenciándose aumentos estadísticamente relevantes entre cada etapa de curado analizada, con un incremento acumulado de 133.30 kg/cm² entre los 7 y 28 días.

Resultados Objetivo específico 3: Determinar la influencia del mucílago de tuna al 10% de adición y fibra metálica al 20% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Tabla 19

Resultados de ensayo de resistencia a la compresión

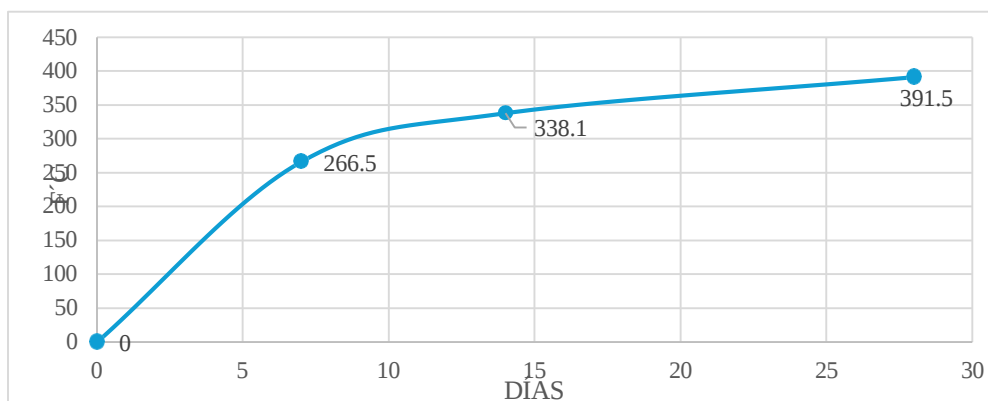
Nº	Fecha De Moldura	Fecha De Rotura	Lectura (kg)	F'c De Diseño (kg/cm²)	F'c Obtenida (kg/cm²)	Resistencia promedio (Kg/Cm²)	Porcentaje del Diseño%
7 días de curado							
1	30/10/26	06/11/26	21111.51	210	260.4	266.5	126.89
2	30/10/26	06/11/26	21265.55	210	262.3		
3	30/10/26	06/11/26	22433.01	210	276.7		
14 días de curado							
4	30/10/26	13/11/26	27192.01	210	335.4		

5	30/10/26	13/11/26	27346.05	210	337.3	338.1	161.02
6	30/10/26	13/11/26	27702.78	210	341.7		
28 días de curado							
7	30/10/26	27/11/26	32056.42	210	395.4		
8	30/10/26	27/11/26	32210.46	210	397.3	391.5	
9	30/10/26	27/11/26	30945.71	210	381.7		186.41

Nota: Laboratorio INGEOMAX S.A.C (2026)

Figura 6

Resistencia a la compresión



Nota: Los datos de resistencia pertenecen a las pruebas de compresión efectuadas sobre el concreto de referencia con incorporación de 10% MT + 20% FM, ejecutadas a los 7, 14 y 28 días de curado, en concordancia con la NTP 339.034 / ASTM C39.

La Tabla 19 expone los valores obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión de la combinación con 10% de mucílago de tuna (MT) y 20% de fibra metálica (FM), evaluada a los 7, 14 y 28 días de curado conforme a la NTP 339.034 / ASTM C39, con una resistencia de diseño $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. A los 7 días de curado, la resistencia promedio alcanzada fue de 266.5 kg/cm^2 , equivalente al 126.90% de la resistencia de diseño; este valor es considerablemente elevado para una etapa temprana de curado, sobrepasando el f'_c de diseño en un 26.90%, lo que refleja la importante contribución del mucílago de tuna y la fibra metálica al desarrollo acelerado de la capacidad resistente desde los primeros días. A los 14 días, la resistencia promedio ascendió a 338.1 kg/cm^2 , alcanzando el 161.00% de la resistencia de diseño, lo que evidencia una ganancia sostenida y progresiva en esta etapa del curado. Finalmente, a los 28 días, la mezcla registró la resistencia promedio más elevada: 391.5 kg/cm^2 , representando el 186.43% del f'_c de diseño, superando ampliamente la resistencia especificada. Este incremento progresivo y consistente a lo largo de las tres etapas de curado corrobora la incidencia altamente favorable de las proporciones máximas de mucílago de tuna (10%) y fibra metálica (20%) sobre la resistencia a la compresión del

concreto simple.

De igual manera, la Figura 6 representa de forma gráfica el comportamiento de la resistencia a la compresión de la combinación con 10% MT + 20% FM a lo largo del período de curado. Se observa una tendencia creciente continua y sostenida desde los 7 hasta los 28 días. El mayor incremento absoluto se registró entre los 7 y 14 días (+71.6 kg/cm², equivalente al 26.9% de crecimiento relativo), lo que refleja la intensa actividad de hidratación del cemento y la activación progresiva de la fibra metálica en dicha etapa; entre los 14 y 28 días el aumento fue más moderado (+53.4 kg/cm², equivalente al 15.8%), característico de la maduración progresiva de la pasta cementante. Resulta especialmente relevante que esta dosificación, siendo la máxima evaluada en el presente objetivo específico, registró los valores de resistencia más elevados en las tres etapas de curado, sobrepasando la resistencia de diseño desde los 7 días (126.90%) y alcanzando 391.5 kg/cm² a los 28 días.

Procesamiento de datos

El tratamiento de la información se llevó a cabo mediante el programa Excel y, para la verificación de los datos, se ejecutó un análisis estadístico utilizando el software "IBM SPSS Stats".

Evaluación de Normalidad

La distribución normal de los datos fue verificada a través de la prueba de Shapiro-Wilk, dado que el tamaño de la muestra por grupo es inferior a 50 observaciones. Se estableció un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Se formularon las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H0): La adición de mucílago de tuna al 10% y fibra metálica al 20% no ejerce influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto simple en Ayacucho, 2026.

Hipótesis alternativa (H1): La adición de mucílago de tuna al 6% y fibra metálica al 10% ejerce influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto simple en Ayacucho, 2026.

Criterios de decisión:

- Si $p > 0,05 \rightarrow$ se asume distribución normal (pruebas paramétricas)
- Si $p \leq 0,05 \rightarrow$ no se asume distribución normal (pruebas no paramétricas)

Tabla 20*Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk*

Resistencia a la compresión Días de curado	Kolmogórov-Smirnov*			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl.	Sig.
7 días	0.347	3		0.836	3	0.204
14 días	0.268	3		0.950	3	0.570
28 días	0.345	3		0.840	3	0.214

Nota: Test de normalidad de Shapiro-Wilk utilizado para evaluar la variable resistencia a la compresión del concreto con adición, medida a los 7, 14 y 28 días de curado, con 3 probetas por grupo. Debido al reducido tamaño de la muestra, se optó por el estadístico de Shapiro-Wilk en lugar del de Kolmogórov-Smirnov como base para la toma de decisiones.

Los valores presentados en la Tabla 20 revelan que a los 7 días de curado se registró $W = 0.836$ con $p = 0.204$; a los 14 días $W = 0.950$ con $p = 0.570$; y a los 28 días $W = 0.840$ con $p = 0.214$. En los tres períodos analizados el valor p supera el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ ($p > 0.05$), por lo que se mantiene la hipótesis nula de normalidad en todas las etapas de curado evaluadas.

Por consiguiente, los valores de resistencia a la compresión del concreto con adición siguen una distribución normal a los 7, 14 y 28 días de curado, lo que permite emplear pruebas estadísticas paramétricas. En tal sentido, se ejecutó el análisis de varianza (ANOVA) de un factor.

Tabla 21*Análisis de varianza (ANOVA)*

	Suma de cuadros	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	23605.556	2	11802.778	218.126	$p < 0.001$
Dentro de grupos	324.660	6	54.110		
Total	23930.216	8			

Nota: Resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) de un factor. El estadístico $F(2, 6) = 218.126$ con un $p < 0.001$ confirma la presencia de diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de los grupos correspondientes a cada edad de curado, con un nivel de confianza del 95%.

Los datos presentados en la Tabla 21 evidencian que $F(2, 6) = 218.126$ con una significancia $p < 0.001$, valor notablemente inferior a 0.05. Ello demuestra la existencia de diferencias estadísticamente relevantes entre los promedios de resistencia a la compresión de los grupos según la etapa de curado. En consecuencia, con un nivel de confianza del 95%, se puede afirmar que el período de curado (7, 14 y 28 días) ejerce una incidencia considerable en la resistencia a la compresión del concreto elaborado con adición de mucílago de tuna y fibra metálica.

Tabla 22

Prueba de post hoc tukey

COMPARACIONES MÚLTIPLES							
Variable dependiente:	resistencia						
	kg/cm ²						
(I) días de curado	(J) días de curado	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
HSD Tukey	7	14	-71.66667*	6.00611	0.000	-90.0951	-53.2383
		28	-125.00000*	6.00611	0.000	-143.4284	-106.5716
	14	7	71.66667*	6.00611	0.000	53.2383	90.0951
		28	-53.33333*	6.00611	0.000	-71.7617	-34.9049
	28	7	125.00000*	6.00611	0.000	106.5716	143.4284
		14	53.33333*	6.00611	0.000	34.9049	71.7617

Nota: El análisis mediante la prueba HSD de Tukey reveló diferencias estadísticamente relevantes entre todas las etapas de curado analizadas ($p = .000 < .05$), lo cual indica que la resistencia a la compresión experimenta variaciones considerables en cada período de evaluación para la dosificación con 8% de mucílago de tuna y 15% de fibra metálica.

En la comparación entre los 7 y 14 días, se registró una diferencia de medias de -71.67 kg/cm² (EE = 6.01, IC 95% [-90.10, -53.24], $p = .000$), lo que indica que la resistencia a los 14 días fue significativamente superior a la registrada a los 7 días.

En la comparación entre los 7 y 28 días, la diferencia de medias fue de -125.00 kg/cm² (EE = 6.01, IC 95% [-143.43, -106.57], $p = .000$), evidenciando que la resistencia a los 28 días superó significativamente a la obtenida a los 7 días.

Finalmente, en la comparación entre los 14 y 28 días, se registró una diferencia de medias de -53.33 kg/cm² (EE = 6.01, IC 95% [-71.76, -34.90], $p = .000$), confirmando que la resistencia a los 28 días fue significativamente mayor que la alcanzada a los 14 días.

Los datos obtenidos llevan a establecer que la incorporación de 8% de mucílago de tuna y 15% de fibra metálica genera una influencia considerable y progresiva sobre la

resistencia a la compresión del concreto simple, presentándose incrementos estadísticamente significativos en cada período evaluado, con un aumento total acumulado de 125.00 kg/cm² entre los 7 y 28 días.

En conjunto la mezcla del patrón más los 3 diferentes porcentajes de Mucilago de tuna y Fibra metálica demuestran los siguientes datos:

Tabla 23

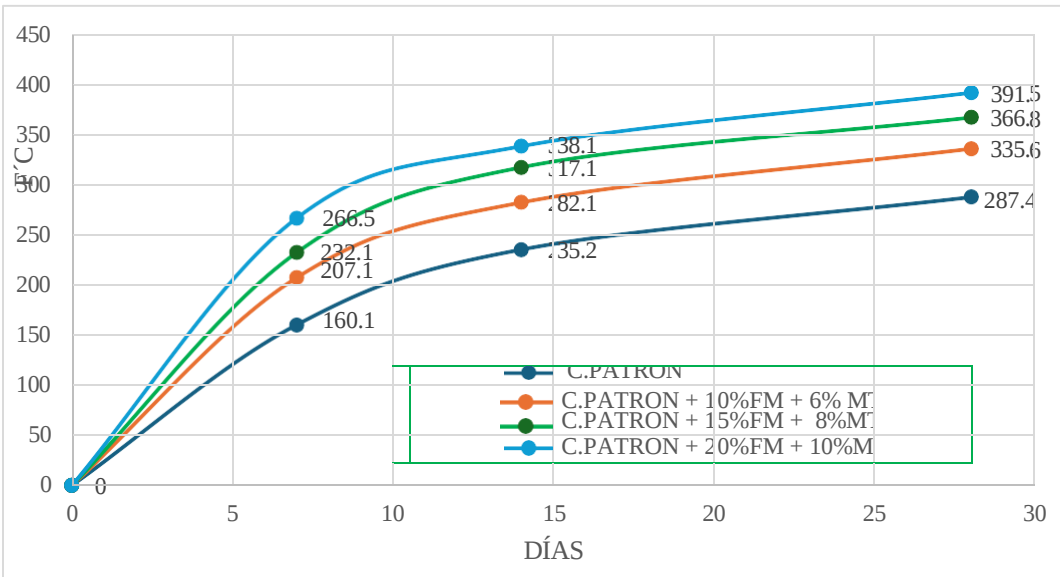
Resumen comparativo de la resistencia a la compresión

Resistencia promedio (Kg/Cm ²)				
Días	Patrón	Patrón + 6% MT + 10% FM	Patrón + 8% MT + 15% FM	Patrón + 10% MT + 20% FM
7	160.13	207.1	232.1	266.5
14	235.20	282.1	317.1	338.1
28	287.43	335.6	366.8	391.5

Nota: Laboratorio INGEOMAX S.A.C (2026)

Figura 7

Gráfico de resumen comparativo de la resistencia a la Compresión (kg/cm²)



Nota: Los datos corresponden a la resistencia a la compresión del concreto elaborado con mucilago de tuna y fibra metálica, evaluada a los 7, 14 y 28 días de curado y expresada en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm²). El espécimen de referencia presenta una proporción del 0.00%.

En la Tabla 20 y la Figura 7 se expone la comparación de la resistencia a la compresión entre el concreto convencional y las tres combinaciones con adición de

mucílago de tuna (MT) y fibra metálica (FM), evaluadas en tres etapas de curado: 7, 14 y 28 días. A los 7 días, el concreto de referencia alcanzó 160.13 kg/cm², valor que fue superado por las tres dosificaciones analizadas: la combinación con 6% MT + 10% FM logró 207.1 kg/cm², representando un incremento del 29.3% (+46.97 kg/cm²) con respecto al patrón; la combinación con 8% MT + 15% FM llegó a 232.1 kg/cm², con un aumento del 44.9% (+71.97 kg/cm²); y la combinación con 10% MT + 20% FM presentó la mayor resistencia con 266.5 kg/cm², superando al patrón en un 66.4% (+106.37 kg/cm²). A los 14 días, el concreto convencional registró 235.20 kg/cm², mientras que las mezclas adicionadas alcanzaron 282.1 (+19.9%), 317.1 (+34.8%) y 338.1 kg/cm² (+43.8%) para las proporciones de 6%, 8% y 10% MT respectivamente, conservando la tendencia creciente conforme aumenta el porcentaje de adición. A los 28 días, el concreto patrón obtuvo 287.43 kg/cm², siendo superado por las mezclas adicionadas con 335.6 (+16.8%), 366.8 (+27.6%) y 391.5 kg/cm² (+36.2%) respectivamente, confirmándose la mezcla con 10% MT + 20% FM como la de mayor desempeño resistente en todas las edades de curado consideradas.

IV. DISCUSIÓN

El objetivo de la investigación actual fue establecer el impacto que tiene la incorporación del mucílago de tuna y fibra metálica en la resistencia mecánica de un concreto simple fabricado en Ayacucho. Los hallazgos muestran que la inclusión de este material puzolánico produce cambios en las características del concreto como las resistencias mecánicas.

En cuanto al primer resultado específico, en relación con la resistencia a la compresión del concreto, se constató que el desempeño mecánico del material puede mejorar mediante la adición controlada de mucílago de tuna y fibra metálica. La acción combinada del mucílago de tuna y la fibra metálica en la matriz cementante genera dos mecanismos complementarios que explican el incremento de la resistencia mecánica del concreto. Por un lado, el mucílago de tuna actúa como agente densificante en la interfaz pasta-agregado, reduciendo la porosidad de la mezcla y favoreciendo una hidratación más uniforme del cemento. Por otro lado, la fibra metálica actúa como elemento de refuerzo distribuido, controlando la propagación de microfisuras ante esfuerzos de compresión, e incrementando la capacidad de absorción de energía. Este resultado es coherente con investigaciones previas como la de Torres y Díaz (2020), quienes determinaron que la adición de mucílago de tuna produce un incremento en la capacidad resistente a la compresión del concreto. Igualmente, Córdova y Moncayo (2026), señala que la fibra metálica tiene una alta capacidad de refuerzo estructural que optimiza el rendimiento mecánico del concreto y el control de la fisuración.

El procesamiento estadístico mediante la prueba de Shapiro-Wilk corroboró que los datos de resistencia a la compresión presentaron una distribución normal en las tres etapas de curado (7, 14 y 28 días) para cada una de las dosificaciones evaluadas, con valores de significancia superiores a 0.05, habilitando el uso de pruebas paramétricas. El ANOVA de un factor evidenció diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión, con valores $F(2, 6)$ de 644.814 ($p = 0.005$), 2411.186 ($p < 0.001$) y 218.126 ($p < 0.001$), para las mezclas de 6% MT + 10% FM, 8% MT + 15% FM y 10% MT + 20% FM, respectivamente. Lo anterior confirma que la inclusión de mucílago de tuna y fibra metálica potencia las propiedades resistentes del concreto simple, comportamiento atribuible al efecto densificante del mucílago de tuna en la matriz cementante y al anclaje mecánico de la fibra metálica, que en conjunto mejoran la cohesión interna y controlan la propagación de microfisuras del concreto simple. Considerándose que los diferentes porcentajes son mínimas, desde una perspectiva tecno

económica, podría considerándose el 10% MT + 20% FM como una dosificación eficiente.

V. CONCLUSIONES

Se determinó que el mucílago de tuna y la fibra metálica inciden de forma notable y favorable en la capacidad resistente mecánica del concreto simple en Ayacucho, 2026. El análisis estadístico ANOVA ($p < 0.05$) evidenció diferencias estadísticamente relevantes en la resistencia a la compresión entre las tres dosificaciones evaluadas, siendo el porcentaje del 10% MT + 20% FM la que produjo los mejores resultados mecánicos en ambas propiedades, porque posibilitó mantener una trabajabilidad apropiada y obtener mejores resultados en el rendimiento mecánico del concreto, al presentar el porcentaje más alto de resistencia a la compresión a los 28 días (186.43 % respecto al diseño) y el promedio del módulo de rotura en flexión más elevado (50.9 kg/cm²) en contraste con las otras mezclas analizadas. Por lo tanto, se concluye que el uso controlado de Mucilago de tuna y fibra metálica es una opción técnica factible como material puzolánico para hacer concreto simple, y que además ayuda a fomentar el uso de recursos naturales y la creación de materiales de construcción más sostenibles.

La adición de 6% de mucílago de tuna y 10% de fibra metálica incide favorablemente en la resistencia a la compresión del concreto sin refuerzo, registrando resistencias de 207.1, 282.1 y 335.6 kg/cm² en las edades de 7, 14 y 28 días de curado, correspondientemente, lo que representa incrementos de 29.3%, 19.9% y 16.8% respecto al concreto patrón (160.1, 235.2 y 287.4 kg/cm²). El análisis ANOVA confirmó diferencias significativas con $F(2, 6) = 644.814$ y $p < 0.001$.

La adición de 8% de mucílago de tuna y 15% de fibra incide favorablemente en la resistencia a la compresión del concreto sin refuerzo, registrando 232.1, 317.1 y 366.8 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado, lo que representa incrementos de 44.9%, 34.8% y 27.6% respecto al concreto patrón. El análisis ANOVA confirmó diferencias significativas con $F(2, 6) = 2411.186$ y $p < 0.001$.

La adición de 10% de mucílago de tuna y 20% de fibra metálica incide favorablemente en la resistencia a la compresión del concreto sin refuerzo, obteniendo valores de 266.5, 338.1 y 391.5 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado respectivamente, equivalentes al 126.90%, 161.00% y 186.43% del f'_c de diseño, los valores más altos de todas las combinaciones evaluadas. El análisis ANOVA confirmó diferencias significativas con $F(2, 6) = 218.126$ y $p < 0.001$.

VI. RECOMENDACIONES

Se sugiere emplear la proporción de 10% de mucílago de tuna y 20% de fibra metálica como la combinación óptima para aplicaciones estructurales que requieran alta resistencia mecánica en la región de Ayacucho, dado que produjo los mayores incrementos tanto en resistencia a la compresión (391.5 kg/cm², equivalente al 186.43% del f'_c de diseño) a los 28 días de curado.

Se recomienda ampliar la investigación considerando períodos de curado superiores a 28 días, como los 60 y 90 días para determinar el comportamiento a largo plazo de las mezclas con mucílago de tuna y fibra metálica, dado que la tendencia ascendente observada podría continuar más allá de la edad normativa de referencia.

Se sugiere llevar a cabo investigaciones adicionales sobre el comportamiento a largo plazo del concreto elaborado con dichas incorporaciones, incluyendo ensayos de absorción, permeabilidad y resistencia a agentes químicos agresivos.

Se recomienda evaluar el comportamiento de estas dosificaciones en elementos estructurales reales (vigas, columnas y losas) bajo cargas sísmicas simuladas, considerando que Ayacucho se ubica en zona sísmica 3 según el RNE E.030, donde la ductilidad y resistencia son requisitos críticos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2017). *Tecnología del concreto: Teoría y problemas* (3.^a ed.). Editorial San Marcos. <https://es.scribd.com/doc/306087568/Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto>
- ASTM International. (2022). *ASTM C150/C150M-22: Standard Specification for Portland Cement*. ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0150_C0150M-22
- ASTM International. (2003). *ASTM C33-03: Especificación normalizada de agregados*. <https://es.scribd.com/document/363156459/ASTM-C33-03-Espanol>
- Ashokan, A., Rajendran, S., & Dhairiyasamy, R. (2023). A comprehensive study on enhancing the mechanical properties of steel fiber-reinforced concrete through nano-silica integration. *Scientific Reports*, 13, Artículo 20092. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-47475-0>
- Bejarano Espinoza, C. E., & Villaverde Aira, J. M. (2024). Estudio de las propiedades físico-mecánicas del concreto $F'_{C} = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fibras de acero reciclado en Huánuco [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://repositorio.unheval.edu.pe/item/5ff4fb49-c0e3-467b-9096-5dbfab0ceb4c>
- Carrillo, J., Alcocer, S. M., & Aperador, W. (2013). Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 14(3), 435–450. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72256-X](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72256-X)
- Chandra, S., Björnström, J., & Ólafsson, H. (1998). Use of cactus in mortars and concrete. *Cement and Concrete Research*, 28(1), 41–51. [https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(97\)00254-8](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(97)00254-8)
- Córdova Alvarado, M. G., & Moncayo Bernal, F. F. (2026). *Influencia de las fibras de aceros residuales en las propiedades mecánicas del hormigón* [Tesis de pregrado, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/15902>
- García, J. E. O. (2014). *Diseño de estructuras de concreto armado. Tomo I* (Vol. 1). Editorial Macro. <https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=PwsvDgAAQBAJ>
- Gonzales Delgado, P. Y., & Mendoza Rodríguez, I. (2016). Evaluación de las propiedades del Concreto Fresco y endurecido con el uso de las cenizas volantes como

- sustitución parcial del cemento en la ciudad de Arequipa [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/940d0083-8aa5-4e27-9506-16c8f4eefd2c>
- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Fondo Editorial PUCP.
https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=Gr3Ga9_NB4C
- Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2020). *NTP 334.009:2020 CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos* (7.^a ed.). INACAL.
<https://es.scribd.com/document/659787068/NTP-334-009-Cementos-Portland-Requisitos>
- Isidro Chagua, J. (2018). *Influencia de la adición de fibras de acero en las propiedades del concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la ciudad de Puno-Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano].
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_d16b194ad8fb496b8a3f85f8aa8b55f4
- Lorika, D. A., Hamad, B., Yehya, A., & Salam, D. A. (2023). Evaluación del uso de mucílago de *Opuntia ficus-indica* como bioaditivo en la producción de concreto sustentable. *Construction and Building Materials*, 396, 132–132.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823018469>
- Maglad, A. M., Mansour, W., Tayeh, B. A., Elchabib, M., Yosri, A. M., & Fawzy, S. (2023). Experimental and analytical investigation of fracture characteristics of
<https://doi.org/10.1186/s40069-023-00637-w>
- McGarvie, D., & Parolis, H. (1981). Metilation analysis of the mucilage of *Opuntia ficus indica*. *Carbohydrate Research*, 88(2), 305–314.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008621500855433>
- Olivera Pérez, Y. I., Guevara Saravia, S. P., & Muñoz Pérez, S. P. (2022). Revisión sistemática de la literatura sobre mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto adicionando fibras artificiales y naturales. *Ingeniería*, 27(2), Artículo e18207. <https://doi.org/10.14483/23448393.18207>
- Ortiz Tinta, M. L., & Pumayalla Briceño, M. Á. (2022). *Adición del mucilago de nopal para mejora de las propiedades físicas del concreto estructural en Nuevo Chimbote* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional UNS. <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4152>

- Pacheco Flores, L. M. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido* [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad José Carlos Mariátegui]. Repositorio Institucional UJCM. https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/226/Luis_Trabajo_DeSuficienciaProfesional_titulo_2017.pdf
- Puntillo Suarez, A. Y., & Valverde Agama, N. (2023). *Influencia del mucílago de tuna en las propiedades del concreto 210 kg/cm², Carhuaz 2023* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio ALICIA-CONCYTEC. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/133206/Puntillo_S_AY-Valverde_AN-SD.pdf
- Rodríguez Barbosa, P. X., Gallegos Martínez, J. P., & Ramos-Cassellis, M. E. (2024). Mucílago de nopal y sus diversas aplicaciones. *Ingeniería — Revista Académica de la Facultad de Ingeniería UADY*, 28(3), 1–13. <https://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/371>
- Rodríguez-González, S., Martínez-Flores, H. E., Órnelas-Núñez, J. L., & Garnica-Romo, M. G. (2011). Optimización de la extracción del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*). En *XIV Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería*. <https://smbb.mx/congresos%20smbb/queretaro11/TRABAJOS/trabajos/III/cartel/es/CIII-71.pdf>
- Rojas Muñoz, E. E., & Palacios Berrios, T. B. (2024). *Influencia del mucílago de nopal (Opuntia ficus-indica) como aditivo natural en las propiedades mecánicas del concreto* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. <https://hdl.handle.net/20.500.13080/10589>
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bhandar Editores / Pontificia Universidad Javeriana. <https://books.google.com.co/books?id=EWq-QPJhsRAC>
- Sandoval Siesquen, F. E. (2020). *Efectos de la incorporación de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo plastificante, Lambayeque 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional USS. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/9655>
- Sika Perú S.A. (s.f.). *Hoja técnica: Sika® Fiber CHO 80/60 NB — Fibra de acero para refuerzo del concreto*. Sika. <https://per.sika.com/es/construccion/otros-aditivos-adiciones/fibras-de-concreto/macrofibra-metalica/sikafiber-cho-8060nb.html>

- Soto Juscamayta, L. M. (2023). *Efectos de la adición de mucilago de nopal en las propiedades físico-mecánicas del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. Repositorio UNSCH. <http://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/672f521a-d779-40ca-ae64-3686f885acb5/content>
- Torres, A., & Díaz, L. (2020). Mejora de la durabilidad del concreto mediante la adición de Nopal (*Opuntia ficus-indica*). *Construction and Building Materials*, 243, 118170. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118170>
- Torres, M., Salazar, F. G., & Paz, K. (2019). Métodos de recolección de datos para una investigación. https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin03/URL_03_BAS01.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia (formato de texto)

Título: “Mucílago De Tuna Y Fibra Metálica En La Resistencia A La Compresión De Un Concreto Simple En Ayacucho, 2026”			
Problema General ¿Cuál es la influencia del mucílago de tuna y fibra metálica en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026? Problemas Específicos ¿Cuál es la influencia del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026? ¿Cuál es la influencia del mucílago de tuna al 8% de adición y fibra metálica al 15% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026? ¿Cuál es la influencia del mucílago de tuna al 10% de adición y fibra metálica al 20% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026?	Hipótesis General Existe influencia significativa del mucílago de tuna y fibra metálica en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026 Hipótesis Específicas HE1: Existe influencia significativa del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026 HE2: Existe influencia significativa del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026. HE3: Existe influencia significativa del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.	Objetivo General Determinar la influencia del mucílago de tuna y fibra metálica en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026. Objetivos Específicos OE1: Determinar la influencia del mucílago de tuna al 6% de adición y fibra metálica al 10% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026. OE2: Determinar la influencia del mucílago de tuna al 8% de adición y fibra metálica al 15% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026. OE3: Determinar la influencia del mucílago de tuna al 10% de adición y fibra metálica al 20% de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.	Metodología Enfoque Tipo - Según su finalidad Aplicada - Según su profundidad Explicativa-experimental Diseño Experimental-puro Técnica Estadística descriptiva Inferencia estadística. Instrumento Formatos de laboratorio Población Todos los especímenes de concreto simple con $f'c = 210$ kg/cm ² fabricados en Ayacucho 2026. Muestra 36 probetas de concreto.

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Mucílago de tuna	La penca de tuna excreta un líquido “viscosa” llamada mucílago, forma parte de uno de los elementos más relevantes del componente fibroso de la alimentación. Debido a que el mucílago del nopal es un polisacárido fibroso, altamente ramificado, resaltando la importancia de su propiedad de viscosidad, obteniendo como resultado la capacidad de retener fuertemente grandes cantidades de agua. (Rodríguez et al.,2011).	Se utilizará el mucílago de tuna fibra metálica como aditivo en la elaboración del concreto en dosificaciones controladas en base al peso del cemento	6% y 10% de adición 8% y 15% de adición 10% y 20% de adición		Razón
Fibras metálicas	Fibras metálicas, La integración de las fibras metálicas al concreto tiene como finalidad optimizar sus propiedades mecánicas y su resistencia. Puesto que su comportamiento de dichas fibras funciona como elementos de refuerzo que potencian la tenacidad y resistencia del concreto, limitando de progreso de fisuras y grietas, especialmente en la etapa post-fractura. Finalmente, este tipo de concreto puede ofrecer una mayor vida útil y disminuir la posibilidad de deterioros prematuros. (Bejarano & Villaverde, 2024).				
Resistencia a la compresión	La resistencia mecánica del concreto se determina por su resistencia a las fuerzas aplicadas, a la compresión, tracción y flexión, ductilidad, tenacidad y módulo de elasticidad. Estas propiedades son esenciales para garantizar su desempeño en aplicaciones estructurales y de pavimentación. (Neville, 1995).	Se determinará por medio del ensayo de compresión realizando 3 repeticiones para cada dosificación y será analizado para cada edad (7, 14 y 28 días)	Resistencia a la compresión	$\geq 70\%$ a los 7 días $\geq 80\%$ a los 14 días $\geq 100\%$ a los 28 días	Intervalo

Anexo 3: Panel fotográfico



FOTO 01: Ubicación geográfica del lugar de extracción de la Tuna



FOTO 02: Recolección de la penca de Tuna



FOTO 03: Eliminación de espinas y residuos en las pencas de Tuna



FOTO 04: Las pencas de Tuna cortados en cubitos de aproximadamente 1x1 cm



FOTO 05: Encaldado de las pencas de Tuna cortados en cubitos.



FOTO 06: Prensado de la materia sólida para obtener mayor volumen de mucílago de penca.



FOTO 7: Mucilago de Tuna extraída



FOTO 08: Extracción de muestras de los agregados



FOTO 09: Secado de los agregados



FOTO 10: Tamizado manual de los agregados



FOTO 11: Pesado de los materiales a utilizar



FOTO 12: Mezclado de los materiales



FOTO 13: Moldes para las muestras de los especímenes



FOTO 14: Medición y registro del asentamiento



FOTO 15: Llenado y compactado del concreto



FOTO 16: Acabado de las superficies de los especímenes cilíndricos de concreto



FOTO 17: Codificación y registro de los especímenes



FOTO 18: Curado de los especímenes

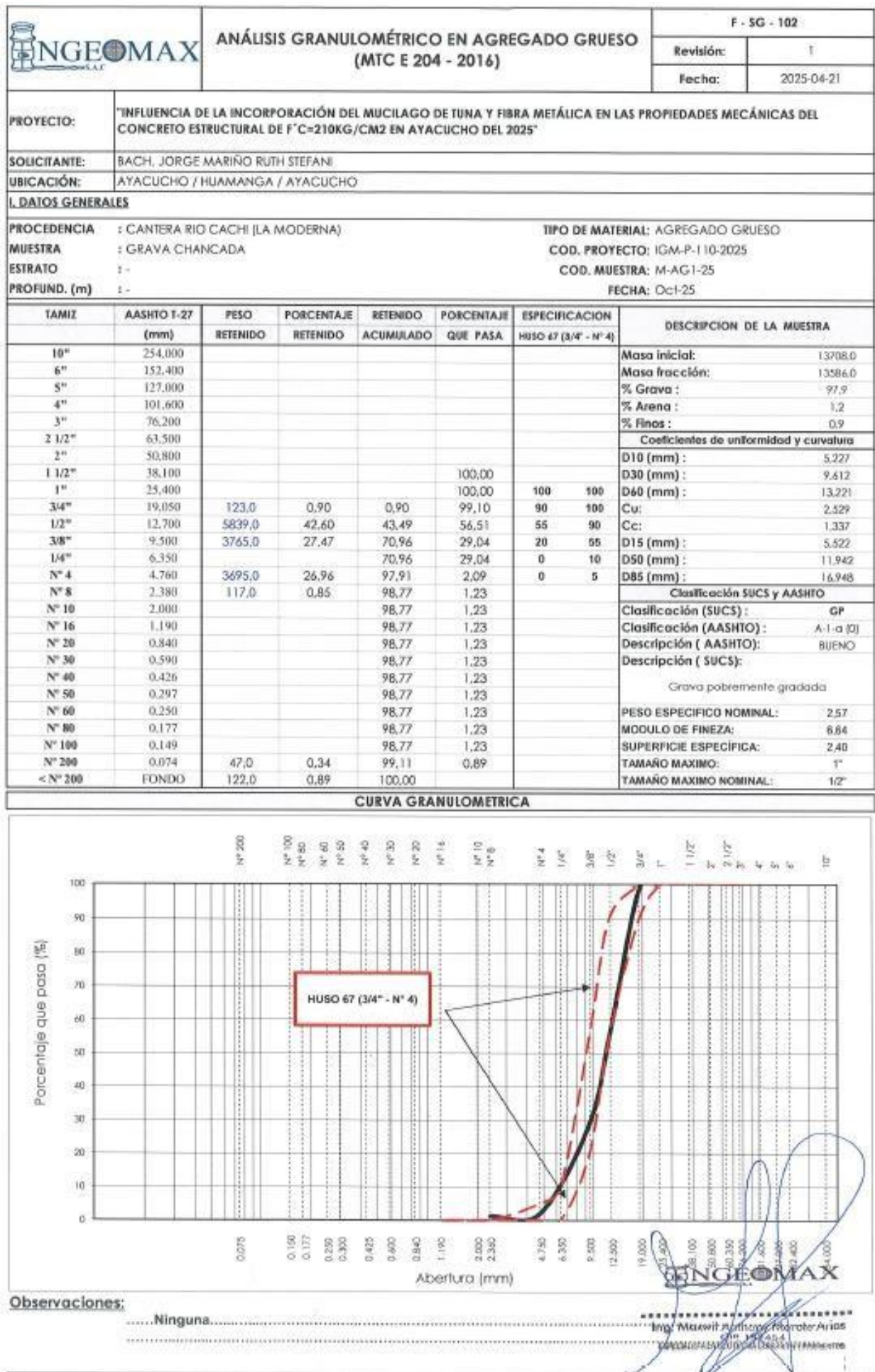


FOTO 19: Medición de los especímenes



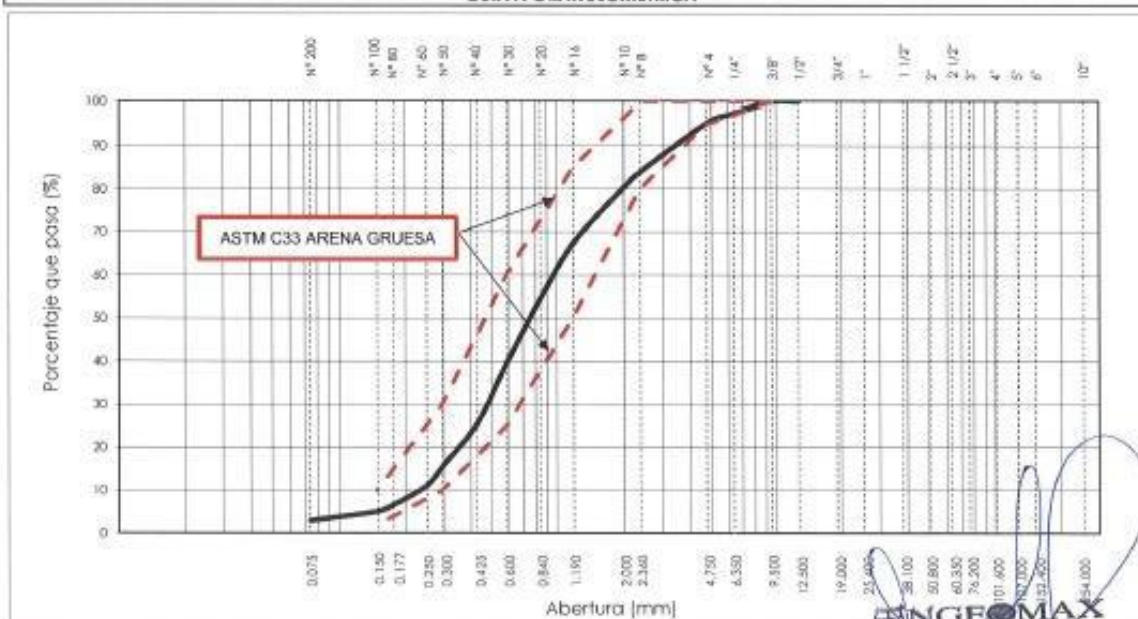
FOTO 20: Rotura de los especímenes cilíndricos

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS



		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS (NTP 339.128, REV. 2019)				F - SG - 102	
						Revisión:	1
						Fecha:	2025-04-21
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'C=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025"						
SOLICITANTE	BACH. JORGE MARINO RUTH STEFANI						
UBICACIÓN	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO						
I. DATOS GENERALES							
PROCEDENCIA	: CANTERA RIO CACHI (LA MODERNA)			TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO			
MUESTRA	: ARENA ZARANDADA			COD. PROYECTO: IGM-PC-107-2025			
ESTRATO	: -			COD. MUESTRA: M-0139A-25			
PROFUND. (m)	: -			FECHA: Set-25			
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	ASTM C 33	
10"	254,000						Masa inicial: 496,3
6"	152,400						Masa fracción: 481,7
5"	127,000						% Grava : 4,8
4"	101,600						% Arena : 92,3
3"	76,200						% Finos : 2,9
2 1/2"	63,500						Coeficientes de uniformidad y curvatura
2"	50,800						D10 (mm) : 0,232
1 1/2"	38,100						D30 (mm) : 0,478
1"	25,400						D60 (mm) : 0,987
3/4"	19,050						Cu: 4,25
1/2"	12,700				100,00		Cc: 0,996
3/8"	9,525				100,00	100	D15 (mm) : 0,290
1/4"	6,350	12,6	2,54	2,54	97,46		D50 (mm) : 0,763
Nº 4	4,760	11,0	2,22	4,76	95,24	95 100	D85 (mm) : 2,598
Nº 8	2,380	55,9	11,27	16,03	83,97	80 100	Clasificación SUCS y AASHTO
Nº 10	2,000	18,2	3,68	19,71	80,29		Clasificación (SUCS) : SP
Nº 16	1,190	63,4	12,77	32,47	67,53	50 85	Clasificación (AASHTO) : A-1-b [0]
Nº 20	0,840	64,4	12,98	45,46	54,54		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 30	0,590	73,1	14,73	60,18	39,82	25 60	Descripción (SUCS):
Nº 40	0,426	71,3	14,36	74,55	25,45		Arena pobremente graduada
Nº 50	0,297	48,6	9,79	84,34	15,66	10 30	PESO ESPECIFICO NOMINAL 2,45
Nº 60	0,250	22,8	4,59	88,93	11,07		MODULO DE FINEZA: 2,93
Nº 80	0,177	21,7	4,38	93,31	6,69		SUPERFICIE ESPECIFICA: 67,2
Nº 100	0,149	7,9	1,60	94,91	5,09	2 10	OBSERVACIONES :
Nº 200	0,074	10,7	2,15	97,06	2,94		
< Nº 200	FONDO	14,6	2,94	100,00			
CURVA GRANULOMETRICA							

CURVA GRANULOMETRICA



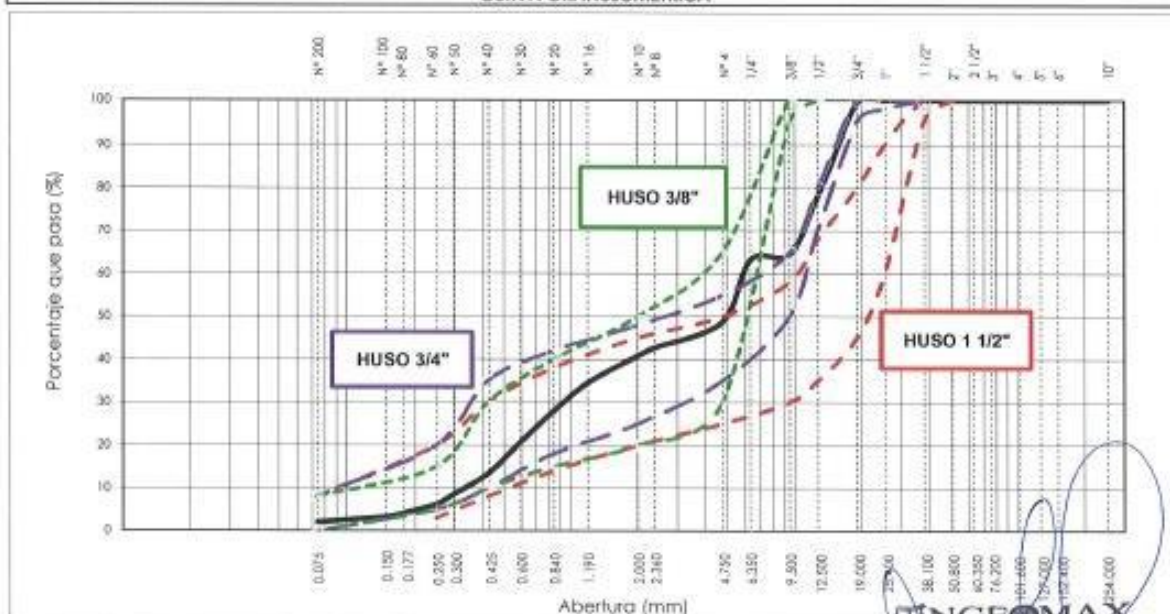
Observaciones:

.....Ninguna.....

Ing. Maxwell Anthony Marcano Arias
GIP: 122454
Ingeniero en Geotecnia y Sismología

		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS (NTP 339.128, REV. 2019)		F - SG - 102			
				Revisión:	1		
				Fecha:	2025-04-21		
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'c=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025"						
SOLICITANTE	BACH. JORGE MARINO RUTH STEFANI						
UBICACIÓN	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO						
1. DATOS GENERALES							
PROCEDENCIA	: CANTERA RIO CACHI (LA MODERNA) / CANTERA RIO CACHI (LA MODERNA)						
MUESTRA	: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDADA						
ESTRATO	1-						
PROFUND. (m)	1-						
			COD. PROYECTO: IGM-P-110-2025 COD. MUESTRA: M-AG-1-25 / M-D139A-25 FECHA: Oct-25				
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	% PASA (AG) 1,0	% PASA (AF) 1,0	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION ASTM C 33	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254,000						Masa inicial: 1362.6
6"	152,400						Masa fracción: 246.0
5"	127,000						% Grava : 51.2
4"	101,600						% Arena : 46.7
3"	76,200						% Finos : 2.1
2 1/2"	63,500						Coefficientes de uniformidad y curvatura
2"	50,800						D10 (mm) : 0.334
1 1/2"	38,100				100.00		D30 (mm) : 0.946
1"	25,400	100.00	100.00		100.00		D60 (mm) : 5.983
3/4"	19,050	99.11	100.00	0.4	99.55		Cu: 17.907
1/2"	12,700	56.63	100.00	21.7	78.32		Cc: 0.448
3/8"	9,525	29.25	100.00	35.4	64.62		D15 (mm) : 0.461
1/4"	6,350	29.25	97.46	36.6	63.35		D50 (mm) : 4.891
Nº 4	4,760	2.37	95.24	51.2	48.80		D85 (mm) : 14.698
Nº 8	2,380	1.52	83.97	57.3	42.74		Clasificación SUCS y AASHTO
Nº 10	2,000	1.52	80.29	59.1	40.91		Clasificación (SUCS) : GP
Nº 16	1,190	1.52	67.53	65.5	34.52		Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
Nº 20	0,840	1.52	54.54	72.0	28.03		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 30	0,590	1.52	39.82	79.3	20.67		Descripción (SUCS):
Nº 40	0,426	1.52	25.45	86.5	13.49		Grava pobremente gradada con arena
Nº 60	0,297	1.52	15.66	91.4	8.59		TAMAÑO MAXIMO: 1"
Nº 80	0,250	1.52	11.07	93.7	6.29		TAMAÑO MAXIMO NOMINAL: 1/2"
Nº 100	0,177	1.52	6.69	95.9	4.10		MODULO DE FINEZA: 4.77
Nº 200	0,074	1.18	2.94	97.9	2.06		Agregado Grueso: 50.00%
< Nº 200	FONDO						Agregado Fino: 50.00%

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

ninguna

Ing. Maxwell Anthony Melate Arias
C.P. 182454
ESTADÍSTICA DE CALIDAD DE CONSTRUCCIÓN

**INGEOMAX**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E 203 - 2016)**

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'c=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025

SOLICITANTE: BACH. JORGE MARIÑO RUTH STEFANI

UBICACIÓN: AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO

I. DATOS GENERALES

PROCEDENCIA: CANTERA RIO CACHI (LA MODERNA) / CANTERA RIO CACHI (LA MODERNA)

COD. PROYECTO: IGM-P-110-2025

MUESTRA: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA

FECHA: Oct-25

AGREGADO FINO**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)**

N° DE ENSAYO M-AF1-25	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A. Peso Molde (gr)	1 833,0	1 833,0	1 833,0
B. Peso Agregado + Molde (gr)	5 970,0	5 975,0	5 956,0
C. Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4 137,0	4 142,0	4 123,0
D. Volumen del Molde (cm ³)	2 831,7	2 831,7	2 831,7
E. Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)	1 461	1 463	1 456
PROMEDIO PUSS (Kg/m³)	1 460		

PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO

N° DE ENSAYO M-AF1-25	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A. Peso Molde (gr)	1 833,0	1 833,0	1 833,0
B. Peso Agregado + Molde (gr)	6 595,0	6 625,0	6 613,0
C. Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4 762,0	4 792,0	4 780,0
D. Volumen del Molde (cm ³)	2 831,7	2 831,7	2 831,7
E. Peso Unitario Compactado Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)	1 682	1 692	1 688
PROMEDIO PUCS (Kg/m³)	1 687		

AGREGADO GRUESO**PESO UNITARIO SUELTO SECO (PUSS)**

N° DE ENSAYO M-AG1-25	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A. Peso Molde (gr)	1 833,0	1 833,0	1 833,0
B. Peso Agregado + Molde (gr)	5 645,0	5 650,0	5 645,0
C. Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	3 812,0	3 817,0	3 812,0
D. Volumen del Molde (cm ³)	2 831,7	2 831,7	2 831,7
E. Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)	1 346	1 348	1 346
PROMEDIO PUSS (Kg/m³)	1 347		

PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (PUCS) METODO DEL APISONADO

N° DE ENSAYO M-AG1-25	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03
A. Peso Molde (gr)	1 833,0	1 833,0	1 833,0
B. Peso Agregado + Molde (gr)	6 020,0	6 020,0	6 011,0
C. Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4 187,0	4 187,0	4 178,0
D. Volumen del Molde (cm ³)	2 831,7	2 831,7	2 831,7
E. Peso Unitario Compactado Seco (Kg/m ³) = (C)/(D)	1 479	1 479	1 475
PROMEDIO PUCS (Kg/m³)	1 478		

INGEOMAXIng. Maxwil Anthony Morote Arias
CIP 252454
Ingeniero en Geotecnia y Pavimentación



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'C=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025"
SOLICITANTE:	BACH. JORGE MARIÑO RUTH STEFANI
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
I. DATOS GENERALES	

PROCEDENCIA: CANTERA RIO CACHI (LA MODERNA) / CANTERA RIO CACHI (LA MODERNA)

COD. PROJ.: IGM-P-110-2025

MUESTRA: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA

FECHA: Oct-25

AGREGADO GRUESO (MTC E 206 - 2016, NTP 400.021)

OBJETIVO: Obtención de los Pesos Específicos aparente y nominal, así como la absorción después de 24 horas de sumergidos en agua.

DEFINICIONES: En un sólido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacíos accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado aparente, si se excluye este volumen de vacíos al volumen resultante, se le denomina nominal.

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03	PROMEDIO
A. Peso en el aire de la muestra seca (gr)	1 153,31	1 066,72		
B. Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	1 173,59	1 085,64		
C. Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	718,00	663,74		
Peso Específico Aparente = $A/(B-C)$	2,53	2,53		2,53
Peso Específico Aparente SSS = $B/(B-C)$	2,58	2,57		2,57
Peso Específico Nominal = $A/(A-C)$	2,65	2,65		2,65
% de Absorción = $(B - A)/A \times 100$	1,76	1,77		1,77

AGREGADO FINO (MTC E 205 - 2016)

IDENTIFICACIÓN	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03	PROMEDIO
A. Peso al aire de la muestra secada (gr)	477,90	480,20		
B. Peso del Picnometro aforado lleno de agua (gr)	1 456,30	1 456,30		
C. Peso del Picnometro con la muestra y agua (gr)	1 752,80	1 751,90		
D. Peso de la muestra en SSS (gr)	500,00	500,00		
Peso Específico Aparente = $A/(B-C+S)$	2,35	2,35		2,35
Peso Específico Aparente SSS = $S/(B-C+S)$	2,46	2,45		2,45
Peso Específico Nominal = $A/(A-C+B)$	2,63	2,60		2,62
% de Absorción = $(S - A)/A \times 100$	4,62	4,12		4,37

Porcentaje Referido en la Malla N°4 (%)	51,20
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	48,80
Gravedad específica de los sólidos	2,63

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morúa Arias
CIP: 107454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, PAVIMENTOS Y MATERIAS



INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'c=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025"
SOLICITANTE:	BACH. JORGE MARIÑO RUTH STEFANI
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
I. DATOS GENERALES	

PROCEDENCIA: CANTERA RIO CACHI [LA MODERNA] / CANTERA RIO CACHI [LA MODERNA] COD. PROY.: IGM-P-110-2025

MUESTRA: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA

FECHA: Oct-25

PORCENTAJE DE VACIOS			
IDENTIFICACIÓN		Agregado Grueso	Agregado Fino
A	Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm ³)	1.347	1.460
B	Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm ³)	1.478	1.687
C	Gravedad Especifica de Masa	2.53	2.35
D	Peso de las Solidas (gr)	2.530	2.349
Porcentaje de Vacios (%) Agregado suelto		46,8	37,8
Porcentaje de Vacios (%) Agregado varillado		41,6	28,2

CONTENIDO DE HUMEDAD, ABSORCION EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL			
IDENTIFICACIÓN		Agregado Grueso	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	154,48	156,26
B	Peso Seco de la muestra (gr)	149,91	151,65
C	Peso del agua en la muestra (gr)	4,57	4,62
D	% de absorcion		1,77
Contenido de Humedad (%)		3,0	3,0
Contenido de Humedad (%)			3,0
Absorcion Efectiva (%)			-
Humedad Superficial (%)			1,28
IDENTIFICACIÓN		Agregado Fino	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	135,21	156,81
B	Peso Seco de la muestra (gr)	122,56	142,03
C	Peso del agua en la muestra (gr)	12,65	14,78
D	% de absorcion		4,37
Contenido de Humedad (%)		10,3	10,4
Contenido de Humedad (%)			10,4
Absorcion Efectiva (%)			-
Humedad Superficial (%)			5,99

Nota: El agregado fue muestreado al llegar a laboratorio, cuya humedad en ese momento es la que se determina.

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morales Arias
CIP 177566
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE MEZCLA

PROYECTO:	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'c=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025"
SOLICITANTE:	BACH. JORGE MARINO RUTH STEFANI
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
CANtera:	CANtera RIO CACHI (LA MODERNA) / CANtera RIO CACHI (LA MODERNA)
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA
FECHA:	Oct-25

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN PIE³ / FINAL

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE ACERO (0,0 %) + MUCILAGO DE TUNA (0,0 %)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,00	17,40	2,10	2,30	0	0
MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE ACERO (10,0 %) + MUCILAGO DE TUNA (6,0 %)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,00	17,40	2,10	2,10	4250	2550
MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE ACERO (15,0 %) + MUCILAGO DE TUNA (8,0 %)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,00	17,40	2,10	2,10	6375	3400
MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE ACERO (20,0 %) + MUCILAGO DE TUNA (10,0 %)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,00	17,40	2,10	2,00	8500	4250

DOSIFICACIÓN EN PESO(MASA) m3 / FINAL

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE ACERO (0,0 %) + MUCILAGO DE TUNA (0,0 %)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso Kg/m ³	Agregado fino Kg/m ³	Adición 01 kg	Adición 02 kg
210	377,84	155,20	766,33	944,99	0,00	0,00
MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE ACERO (10,0 %) + MUCILAGO DE TUNA (6,0 %)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso Kg/m ³	Agregado fino Kg/m ³	Adición 01 kg	Adición 02 kg
210	377,84	155,20	766,33	884,54	37,78	22,67
MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE ACERO (15,0 %) + MUCILAGO DE TUNA (8,0 %)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso Kg/m ³	Agregado fino Kg/m ³	Adición 01 kg	Adición 02 kg
210	377,84	155,20	766,33	858,09	56,68	30,23
MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE ACERO (20,0 %) + MUCILAGO DE TUNA (10,0 %)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso Kg/m ³	Agregado fino Kg/m ³	Adición 01 kg	Adición 02 kg
210	377,84	155,20	766,33	831,64	75,57	37,78

*NOTA:

- Adición 01 Fibra de acero (SikaFiber® CHO 80/60 NB)
- Adición 02 Mucilago de Tuna


 Ing. Maxwell Anthony Morales Arias
 CIP 137624
 EXPERTO EN DISEÑO DE CONCRETO

	METODO ACI 211 (MEZCLA PLASTICA)	ISBN 90.038. 2025 V18-01-2025
---	---	--

I. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO(A.G.) Y AGREGADO FINO(A.F.)

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Volumen A.G. Seco compacto	Peso A.G. Seco (Kg/m ³)	Volumen A.F. Seco compacto	Peso A.F. Seco (Kg/m ³)
210	0.537	793.90	0.330	809.03

II. VOLUMENES ABSOLUTOS

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Cemento m ³	Agua m ³	Aire m ³	Agregado grueso m ³	Agregado fino m ³	Volumenes absolutos m ³
210	0.12	0.216	0.025	0.31	0.33	1.00

III. VALORES DISEÑO DE MEZCLA

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso seco Kg/m ³	Agregado fino seco Kg/m ³
210	377.84	0.216	793.90	809.03

IV. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Peso húmedo Agregado grueso Kg/m ³	Peso húmedo Agregado fino Kg/m ³
210	818.08	833.67

Humedad superficial Agregado grueso (%)	Humedad superficial Agregado fino (%)
1.38	5.99

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Aporte de humedad Agregado grueso (%)	Aporte de humedad Agregado fino (%)	Agua efectiva (L/m ³)
210	10.16	48.45	157.39

V. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso Kg/m ³	Agregado fino Kg/m ³	Total (Kg/cm ²)
210	377.84	157.39	818.08	892.86	2246.17



 Ing. Maxwell Anthony Mardones
 CIP: 157454
 INGENIERO EN SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN

I. MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	m	Modulo de fineza A.G.	Modulo de fineza A.F.	Porcentaje A.G.	Porcentaje A.F.	Total
210	4,651	4,62	2,93	47,54%	52,46%	100,00%

II. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO(A.G.) Y AGREGADO FINO(A.F.)

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Volumen A.G. Seco compacto	Peso A.G. Seco (Kg/m ³)	Volumen A.F. Seco compacto	Peso A.F. Seco (Kg/m ³)
210	0,303	780,10	0,335	821,28

III. VOLUMENES ABSOLUTOS

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Cemento m ³	Agua m ³	Aire m ³	Agregado grueso m ³	Agregado fino m ³	Volumenes absolutos m ³
210	0,12	0,216	0,025	0,30	0,34	1,00

IV. VALORES DISEÑO DE MEZCLA

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso seco Kg/m ³	Agregado fino seco Kg/m ³
210	377,84	0,216	780,10	821,28

V. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Peso humedo Agregado grueso Kg/m ³	Peso humedo Agregado fino Kg/m ³
210	803,87	846,30

Humedad superficial Agregado grueso (%)	Humedad superficial Agregado fino (%)
1,28	5,99

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Aporte de humedad Agregado grueso (%)	Aporte de humedad Agregado fino (%)	Agua efectiva (L/m ³)
210	9,99	49,19	156,83

VI. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso Kg/m ³	Agregado fino Kg/m ³	Total (Kg/cm ³)
210	377,84	156,83	803,87	906,39	2244,92



 Ing. Maxwell Anthony Morán Arias
CIP 137454
Asesoría e Ingeniería Civil y Ambiental

	METODO GLOBAL (MEZCLA PLASTICA)	IGN-SO-SM-3025 V18-01-2025
---	--	---

I. MODULO DE FINEZA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	AGREGADO GRUESO %	AGREGADO FINO %
210	40,0	60,0

II. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO(A.G.) Y AGREGADO FINO(A.F.)

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Volumen A.G. Seco compacto	Peso A.G. Seco (Kg/m ³)	Volumen A.F. Seco compacto	Peso A.F. Seco (Kg/m ³)
210	0,26	657,04	0,38	938,47

III. VOLUMENES ABSOLUTOS

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Cemento m ³	Agua m ³	Aire m ³	Agregado grueso m ³	Agregado fino m ³	Volumenes absolutos m ³
210	0,12	0,216	0,025	0,26	0,38	1,00

IV. VALORES DISEÑO DE MEZCLA

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso seco Kg/m ³	Agregado fino seco Kg/m ³
210	377,84	0,216	657,04	938,47

V. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Peso humedo Agregado grueso Kg/m ³	Peso humedo Agregado fino Kg/m ³
210	677,05	967,06

Humedad superficial Agregado grueso (%)	Humedad superficial Agregado fino (%)
1,28	5,99

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Aporte de humedad Agregado grueso (%)	Aporte de humedad Agregado fino (%)	Agua efectiva (L/m ³)
210	8,41	56,20	151,39

VI. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua L/m ³	Agregado grueso Kg/m ³	Agregado fino Kg/m ³	Total (Kg/cm ²)
210	377,84	151,387	677,05	1035,720	2242,00


 Ing. Maxwell Anthony Melipie Arias
 CIP 182454
 ESP/CIUTEN/INTEGRALES/EDUCACION/INTEGRALES

	PROMEDIO FINAL (MEZCLA PLASTICA)	IOM-SC-DM- 2015 V18-01-2025
---	---	-----------------------------------

I. PESO DE MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD DEL AGREGADO.

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/m ³	Agua l/m ³	Agregado grueso Kg/m ³	Agregado fino Kg/m ³	Adición 01 kg	Adición 02 kg	Total (Kg/m ³)
210	377,84	155,20	766,33	944,99	0,00	0,0	2244,36

II. PESO POR TANDA DE UNA BOLSA DE CEMENTO

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento Kg/bolsa	Agua L/bolsa	Agregado grueso Kg/bolsa	Agregado fino Kg/bolsa	Adición 01 kg	Adición 02 kg
210	42,50	17,5	86,2	106,3	0,000	0,000

III. PROPORCION EN PESO x KG

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (kg)	Agua (ml)	Agregado grueso (kg)	Agregado fino (kg)	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,00	411,0	2,0	2,5	0,0	0,0

IV. PROPORCIÓN POR M³ DE CONCRETO

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (bolsas)	Agua L/m ³	Agregado grueso m ³	Agregado fino m ³	Adición 01 kg	Adición 02 kg
210	8,89	155,2	0,55	0,99	0,0	0,0

V. PROPORCION EN VOLUMEN PIE³ / PIEDA

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso (p3)	Agregado fino (p3)	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,0	17,4	2,1	2,3	0	0



 Ing. Marwil Anthony Morote Arias
 CIR 728464
 ESPECIALISTA EN GEOMETRIA PARA CONCRETO E INGENIEROS

ENSAYO DE COMPRESION

 INGEOMAX INGENIERIA ESTRUCTURAL AL MÁXIMO APLICACIÓN DE PRUEBAS, MONITOREO Y DIAGNÓSTICO	CONTROL DE CALIDAD				
	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE CONCRETO			IGM-SGC-LAB-0200F10	
	HIDRAULICO			Revisión: 3	
NORMA ASTM C-39, MTC E 704 - 2016			Fecha: 05/02/2025		

Proyecto : *INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'CD=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025*

Solicitante : BACH. JORGE MARIÑO RUTH STEFANI

Región : AYACUCHO

Informe : N° 693-2025-LABINGEOMAX

Provincia : HUAMANGA

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRAS DE NYLON

Distrito : AYACUCHO

Fecha : NOVIEMBRE DE 2025

Lugar : AYACUCHO

N° Probeta	Estructura	Fecha			Diámetro testigo (cm)	Área testigo (cm²)	Altura testigo (cm)	Masa testigo (gr.)	Densidad aparente (gr/cm³)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Resistencia Diseño (kg/cm²)	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura	Edad										
001	PATRON + 0,00 % FM + 0,00 % MT (M-1)	29-Oct	05-Nov	07 días	15,23	182,18	30,27	12297,0	2,23	217,8	22 125,03	121,40	210	58
002	PATRON + 0,00 % FM + 0,00 % MT (M-2)	29-Oct	05-Nov	07 días	15,24	182,51	30,46	12378,0	2,23	340,1	34 604,36	189,60	210	90
003	PATRON + 0,00 % FM + 0,00 % MT (M-3)	29-Oct	05-Nov	07 días	15,03	177,35	30,49	12089,0	2,24	295,4	30 043,23	169,40	210	81
004	PATRON + 0,00 % FM + 0,00 % MT (M-4)	29-Oct	12-Nov	14 días	15,34	184,91	30,46	12264,0	2,16	357,0	36 323,72	196,40	210	94
005	PATRON + 0,00 % FM + 0,00 % MT (M-5)	29-Oct	12-Nov	14 días	15,27	183,21	29,89	12414,0	2,27	476,0	48 471,43	264,60	210	126
006	PATRON + 0,00 % FM + 0,00 % MT (M-6)	29-Oct	12-Nov	14 días	14,85	173,27	30,13	12395,0	2,37	416,3	42 374,61	244,60	210	117
007	PATRON + 0,00 % FM + 0,00 % MT (M-7)	29-Oct	26-Nov	28 días	15,30	183,66	30,64	12386,6	2,20	519,1	52 869,30	287,50	210	137
008	PATRON + 0,00 % FM + 0,00 % MT (M-8)	29-Oct	26-Nov	28 días	15,40	186,14	30,40	12538,1	2,22	518,0	52 757,06	283,40	210	135
009	PATRON + 0,00 % FM + 0,00 % MT (M-9)	29-Oct	26-Nov	28 días	15,00	176,74	30,28	12519,0	2,34	505,7	51 501,98	291,40	210	139

Observaciones : - Los testigos de concreto han sido preparados por el personal del laboratorio y curados inicialmente por los solicitantes.

DIRECCION JR. CIPRI ALVARO 418 - Jesús Nazareno - Ayacucho, CCL: 98620430, RPA: 986204463, EMAIL: ingeomas@rednet.com, laboratorio.ingeomas@gmail.com

INGEOMAX

Ing. Mgawil A. P. M.
CIP: 123456789
[Firma]

 INGEOMAX INGENIERIA ESTRUCTURAL AL MAXIMO ESPECIALIZADA EN OBRAS DE CONCRETO Y ACEROS	CONTROL DE CALIDAD	
	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO	
	NORMA ASTM C-39, MTC E 704 - 2016	
		IGM-SGC-LAB-0200F10
		Revisión: 3
		Fecha: 05/02/2025

Proyecto	"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'c=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025"		
Solicitante	BACH. JORGE MARINO RUTH STEFANI		
Informe	N° 893-2025-LABINGEOMAX		
Muestra	TESTIGOS DE CONCRETO CON ADICION DE FIBRAS DE NYLON		
Fecha	NOVIEMBRE DE 2025		
	Región	AYACUCHO	
	Provincia	HUAMANGA	
	Distrito	AYACUCHO	
	Lugar	AYACUCHO	

N° Probeta	Estructura	Fecha			Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm²)	Altura testigo (cm)	Masa testigo (gr.)	Densidad aparente (gr/cm³)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Resistencia Diseño (kg/cm²)	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura	Edad										
001	PATRON + 10,00 % FM + 6,00 % MT (M-1)	29-Oct	05-Nov	07 días	14,94	175,26	30,09	12018,0	2,28	363,0	36 935,95	210,80	210	100
002	PATRON + 10,00 % FM + 6,00 % MT (M-2)	29-Oct	05-Nov	07 días	15,14	180,05	30,18	12469,0	2,29	368,4	37 485,96	208,20	210	99
003	PATRON + 10,00 % FM + 6,00 % MT (M-3)	29-Oct	05-Nov	07 días	14,99	176,48	30,13	12027,0	2,26	360,9	36 701,28	202,30	210	96
004	PATRON + 10,00 % FM + 6,00 % MT (M-4)	29-Oct	12-Nov	14 días	15,22	182,03	30,09	12018,0	2,19	510,8	52 022,38	286,80	210	136
005	PATRON + 10,00 % FM + 6,00 % MT (M-5)	29-Oct	12-Nov	14 días	15,26	182,94	30,17	12069,0	0,23	508,7	51 808,09	283,20	210	135
006	PATRON + 10,00 % FM + 6,00 % MT (M-6)	29-Oct	12-Nov	14 días	15,80	188,64	30,13	11987,0	2,11	513,6	52 308,08	277,30	210	132
007	PATRON + 10,00 % FM + 6,00 % MT (M-7)	29-Oct	26-Nov	28 días	15,25	182,70	30,37	12347,0	2,23	609,2	62 062,99	339,70	210	162
008	PATRON + 10,00 % FM + 6,00 % MT (M-8)	29-Oct	26-Nov	28 días	15,15	180,29	30,80	12620,0	2,29	585,4	59 634,47	330,80	210	158
009	PATRON + 10,00 % FM + 6,00 % MT (M-9)	29-Oct	26-Nov	28 días	15,31	184,02	30,10	11930,0	2,15	607,6	61 899,73	336,40	210	160

Observaciones : - Los testigos de concreto han sido preparados por el personal del laboratorio y curados inicialmente por los solicitantes.

 INGEOMAX INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL AYACUCHO EXPERIMENTOS EN CEMENTO, CONCRETO Y FORMADOS	CONTROL DE CALIDAD			
	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO			
	NORMA ASTM C-39, MTC E 704 - 2016			
	IGM-SGC-LAB-0200F10			
	Revisión:	3		
	Fecha:	06/02/2025		

Proyecto : "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F' C=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025"

Solicitante : BACH. JORGE MARIÑO RUTH STEFANI

Informe : N° 693-2025-LABINGEOMAX

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO CON ADICION DE FIBRAS DE NYLON

Fecha : NOVIEMBRE DE 2025

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

N° Probete	Estructura	Fecha			Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm²)	Altura testigo (cm)	Masa testigo (gr.)	Densidad aparente (gr/cm³)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Resistencia Diseño (kg/cm²)	% Resistencia Obtenida
		Moideo	Rotura	Edad										
001	PATRON + 15,00 % FM + 8,00 % MT (M-1)	30-Oct	06-Nov	07 días	14,99	176,48	30,21	12021,0	2,25	403,0	41 017,50	232,40	210	111
002	PATRON + 15,00 % FM + 8,00 % MT (M-2)	30-Oct	06-Nov	07 días	15,06	178,18	30,42	12042,0	2,22	405,8	41 306,31	231,80	210	110
003	PATRON + 15,00 % FM + 8,00 % MT (M-3)	30-Oct	06-Nov	07 días	15,12	179,43	30,22	12120,0	2,24	409,4	41 670,55	232,20	210	111
004	PATRON + 15,00 % FM + 8,00 % MT (M-4)	30-Oct	13-Nov	14 días	15,25	182,58	30,04	12420,0	2,26	569,0	57 855,93	317,40	210	151
005	PATRON + 15,00 % FM + 8,00 % MT (M-5)	30-Oct	13-Nov	14 días	14,56	175,42	30,05	12047,0	2,29	545,6	55 573,32	316,80	210	151
006	PATRON + 15,00 % FM + 8,00 % MT (M-6)	30-Oct	13-Nov	14 días	15,09	178,72	30,02	12386,0	2,31	556,6	56 695,75	317,20	210	151
007	PATRON + 15,00 % FM + 8,00 % MT (M-7)	30-Oct	27-Nov	28 días	14,97	175,96	29,99	12421,0	2,35	638,2	65 022,11	389,50	210	176
008	PATRON + 15,00 % FM + 8,00 % MT (M-8)	30-Oct	27-Nov	28 días	14,94	175,19	30,12	12205,0	2,31	621,3	63 297,66	361,30	210	172
009	PATRON + 15,00 % FM + 8,00 % MT (M-9)	30-Oct	27-Nov	28 días	14,97	175,96	30,08	12210,0	2,31	638,1	65 011,91	389,50	210	176

Observaciones : - Los testigos de concreto han sido preparados por el personal del laboratorio y curados inicialmente por los solicitantes.

 INGEOMAX INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO CONSEJO REGULADOR DE INGENIERIA, INGENIERO Y TECNICO	CONTROL DE CALIDAD	
	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO	
	NORMA ASTM C-39, MTC E 704 - 2016	
		IGM-BQC-LAB-0200F10
		Revisión: 3
		Fecha: 05/02/2025

Proyecto : "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DEL MUCILAGO DE TUNA Y FIBRA METÁLICA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'CD=210KG/CM2 EN AYACUCHO DEL 2025"
 Solicitante : BACH. JORGE MARINO RUTH STEFANI
 Informe : N° 693-2025-LABINGEOMAX
 Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO CON ADICION DE FIBRAS DE NYLON
 Fecha : NOVIEMBRE DE 2025

Región : AYACUCHO
 Provincia : HUAMANGA
 Distrito : AYACUCHO
 Lugar : AYACUCHO

N° Probeta	Estructura	Fecha			Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm²)	Altura testigo (cm)	Masa testigo (gr.)	Densidad aparente (gr/cm³)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm²)	Resistencia Diseño (kg/cm²)	% Resistencia Obtenida
		Moldeo	Rotura	Edad										
001	PATRON + 20,00 % FM + 10,00 % MT (M-1)	30-Oct	06-Nov	07 días	15,31	183,97	30,06	12220,0	2,21	470,5	47 910,22	260,40	210	124
002	PATRON + 20,00 % FM + 10,00 % MT (M-2)	30-Oct	06-Nov	07 días	15,09	178,91	29,98	12004,0	2,24	460,8	46 920,44	262,30	210	125
003	PATRON + 20,00 % FM + 10,00 % MT (M-3)	30-Oct	06-Nov	07 días	15,15	180,34	30,06	12147,0	2,24	490,0	49 896,97	276,70	210	132
004	PATRON + 20,00 % FM + 10,00 % MT (M-4)	30-Oct	13-Nov	14 días	15,21	181,77	30,38	12338,0	2,23	598,4	60 960,97	335,40	210	160
005	PATRON + 20,00 % FM + 10,00 % MT (M-5)	30-Oct	13-Nov	14 días	15,36	186,25	30,46	12226,0	2,17	613,3	62 481,35	337,30	210	161
006	PATRON + 20,00 % FM + 10,00 % MT (M-6)	30-Oct	13-Nov	14 días	15,36	186,25	30,46	12226,0	2,17	621,4	63 307,66	341,70	210	163
007	PATRON + 20,00 % FM + 10,00 % MT (M-7)	30-Oct	27-Nov	28 días	16,33	184,46	30,47	12338,0	2,20	715,9	72 950,52	395,40	210	188
008	PATRON + 20,00 % FM + 10,00 % MT (M-8)	30-Oct	27-Nov	28 días	15,18	180,93	30,38	12226,0	2,22	705,5	71 889,32	397,30	210	189
009	PATRON + 20,00 % FM + 10,00 % MT (M-9)	30-Oct	27-Nov	28 días	15,24	182,41	30,48	12152,0	2,19	683,3	69 624,06	381,70	210	182

Observaciones : - Los testigos de concreto han sido preparados por el personal del laboratorio y curados inicialmente por los solicitantes.

DIRECCOR: JR. CRO ALEJANDRO 118 - Jesús Nazareno - Ayacucho, CEL: 98626430, RPM: #99626430, EMAIL: ingeomax@hotmail.com, laboratorio.ingeomax@gmail.com

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Macías Arias
 CIP 127494
 INGENIERO EN GEOTECNIA

Anexo 6: Certificados de calibración de quipos de laboratorio



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
 Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



Escanee este QR
para descargar
informe original
con firma
electrónica en pdf

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of Calibration
N° CLC-1545-003-25

Cliente:
Customer

INGENIERÍA GEOTECNICA AL
MAXIMO - INGEOMAX S.A.C.

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

Dirección:
Address

JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC.
LAS NAZARENAS- AYACUCHO -
HUAMANGA - JESUS NAZARENO

Teléfono:
Phone Number

999 526 400

Persona de Contacto:
Contact Person

Yanet Cuchilla Mendoza

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el cliente y/o usuario es responsable de definir el periodo de calibración según la recomendación del fabricante, uso, análisis de deriva o exactitud de medición.

Objeto:
Item

PIE DE REY



Escanee este QR y descargue
Etiqueta electrónica
Certificados originales en pdf
Historia de intervenciones
Documentos relevantes: manuales, fotografías

This calibration certificate documents the traceability to national or international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI)

Marca:
Manufacturer

INSIZE

Modelo:
Model

1114-300AW

No. de Serie⁽¹⁾:
Serial Number

NO ESPECIFICA

In order to ensure measurements, the customer and/or user is responsible for defining the calibration period according to the manufacturer's recommendation, use, drift analysis or measurement accuracy.

Identificación:
Identification

H-POR-001

Ubicación del Objeto⁽¹⁾:
Item Location

NO ESPECIFICA

Fecha de Recepción:
Date of Receipt

2025-08-18

Fecha de Calibración:
Calibration Date

2025-08-18

Próxima Fecha de Calibración:
Due Date

-

Técnico Responsable:
Responsible Technician

Jeremy Padilla

Persona que Autoriza / Fecha de Emisión:
Person authorizing / Date of issue

Ing. Savino Pineda / 2025-08-18

Gerente General

Autorizado y firmado electrónicamente por SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ
 Nombre de reconocimiento (DN): cn=SAVINO ENRIQUE PINEDA GONZALEZ,
 serialNumber=1103187462-030625142241, ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION
 DE INFORMACION, o=SECURITY DATA S.A. 2, c=EC
 Fecha: 2025-08-18 17:00:04

Ing. Maxvil Anthony Meléndez Ariza
 CIP 137423
 ESPECIALISTA EN CALIBRACIÓN



The English version of the calibration certificate is not a binding translation. If any matter gives rise to controversy, the Spanish original text must be used.

The reported expanded uncertainty of the measurement (confidence interval), was evaluated based on the document JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", and is stated as the combined standard uncertainty of the measurement multiplied by the coverage factor k , which for a t (Student's) distribution corresponds to a confidence level of approximately 95.45%.

Identificación (ID Number)	Nombre (Name)	Marca (Manufacturer)	Modelo (Model)	No. de Serie (Serial Number)	Vence Cal. (Due Date)	Nº Certificado (Nº Certificate)
ELP_PC.007	BLOQUE PATRÓN DE 100 mm	MITUTOYO	611681-531 17K	172533	2026-02-20	CGC-0700-010-25
ELP_PC.008	BLOQUE PATRÓN DE 150 mm	MITUTOYO	611803-531 18A	170473	2026-02-20	CGC-0700-012-25
ELP_PC.009	BLOQUE PATRÓN DE 200 mm	MITUTOYO	611682-531 18D	180148	2029-03-28	15-F504C-220-1
ELP_ET.020	MICRÓMETRO DE EXTERIORES	MITUTOYO	293-185-30	66472279	2026-05-21	CLC-0005-057-25
ELP_PT.100	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	190402956	2025-08-20	CGC-4125-006-24
ELP_PT.035	REGLA	MITUTOYO	182-125	NO ESPECIFICA	2026-03-13	CGC-1500-004-25
ELP_PT.059	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6030	181821842	2025-11-05	CLC-0100-129-24
ELP_PT.037	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	180303343	2026-07-25	CLC-0025-085-25

ing. Maxwell Anthony Morrison
GR 127454



Escanee este QR
para descargar
informe original
con firma
electrónica de PDF

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
Accredited Calibration Laboratory ISO/IEC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CLC-1545-003-25

Calibración
Calibration

Modo de Lectura: <i>Reading Mode</i>	Digital		
Unidad de Medida: <i>Unit of Measurement</i>	mm		
Resolución: <i>Resolution</i>	0,01 mm		
Intervalo de Medición⁽²⁾: <i>Measurement Range</i>	0 mm a 300 mm		
Lugar de Calibración: <i>Calibration Site</i>	Laboratorio 1 (Elicrom)		
Método de Calibración: <i>Calibration Method</i>	Comparación directa con Bloques Patrón Longitudinales (BPL)		
Documento de Referencia: <i>Reference Document</i>	CEM DI-008.2013 (Edición Digital 1)		
Procedimiento de Calibración: <i>Calibration Procedure</i>	PEC.EL.22		
Condiciones Ambientales: <i>Environmental Conditions</i>	Temperatura del Aire <i>Air Temperature</i>	21,2 °C ± 0,5 °C	
	Humedad Relativa del Aire <i>Air Relative Humidity</i>	55,4 %hr ± 0,5 %hr	
	Presión Atmosférica <i>Atmospheric Pressure</i>	1005 hPa ± 0 hPa	

Observaciones

- (ii) Información proporcionada por el cliente. Elcomro no es responsable de dicha información.

- ^{a1} Information provided by the customer. Elctech is not responsible for such information.

Declaración de Trazabilidad Metroológica

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INM).

The information is provided in this website and documents is the Engineering System of Quality (ESQ) through ISO 9001 National Institute of Standards and Technology - United States or other national standards and/or ISO 9001.

cional de Unidades (SI) por medio de
and Technology - Estados Unidos) o

ENGINEOMAX
Ing. Maxwell Anthony Morán Acosta
C.R. 122454
Calle 100 y Avenida 100, San José, Costa Rica



Escanee este QR
para descargar
informe original
con firma
electrónica en pdf

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
Certificate of Calibration
N° CLC-1545-003-25

Resultados de la Calibración

Calibration Results

Bocas para Medidas de Exteriores

Measuring Faces for External Measurements

Valor Nominal	Indicación Item	Indicación Patrón	Error de Medición (e)	Incertidumbre de Medición (U)	Factor de Cobertura
Nominal Value	Item Reading	Standard Reading	Measurement Error (e)	Measurement Uncertainty (U)	Coverage Factor
mm	mm	mm	mm	mm	k
0 ^{IV}	0,00	0,000	0,000		
50	50,00	50,000	0,000	0,003	2,00
100	100,00	100,000	0,000	0,000	2,00
150	150,00	150,000	0,000	0,000	2,00
200	200,00	200,000	0,000	0,000	2,00
250	250,00	250,000	0,000	0,000	2,00
300	300,00	300,000	0,000	0,000	2,00

Bocas para Medidas de Interiores

Measuring Faces for Internal Measurements

Valor Nominal	Indicación Item	Indicación Patrón	Error de Medición (e)	Incertidumbre de Medición (U)	Factor de Cobertura
Nominal Value	Item Reading	Standard Reading	Measurement Error (e)	Measurement Uncertainty (U)	Coverage Factor
mm	mm	mm	mm	mm	k
100	100,00	100,000	0,000	0,000	2,00
250	250,00	250,000	0,000	0,000	2,00

Sonda de Profundidad

Depth Measuring Tool

Valor Nominal	Indicación Item	Indicación Patrón	Error de Medición (e)	Incertidumbre de Medición (U)	Factor de Cobertura
Nominal Value	Item Reading	Standard Reading	Measurement Error (e)	Measurement Uncertainty (U)	Coverage Factor
mm	mm	mm	mm	mm	k
100	100,00	100,000	0,000	0,020	2,00
250	250,00	250,000	0,000	0,020	2,00

Notas

Notes:

- La indicación del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).
- En cada punto de calibración se ha realizado 2 medidas repetidas y se muestra el promedio de ellas. Adicionalmente se ha elegido dos puntos intermedios y se ha realizado en ellos 10 medidas repetidas para determinar la repetibilidad.

- The standard reading and the measurement error (best estimate of the true value) are shown with the same number of digits as the reported uncertainty (see GUM 7.2.6).

- Two repeated measurements have been made at each calibration point and the average of them is shown. Additionally, two intermediate points have been chosen and ten repeated measurements have been made on them to determine repeatability.

FO.PEC.22-02 Rev. 18

INGEOMAX
Ing. Maxwell Anthony Mendieta Ayala
CIP 13322
Especialista en Metrología y Calibración

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-00862-002 R0

Page / Pág. 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA PARA ENSAYOS DE COMPRESIÓN DE CILINDROS, RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y MÓDULO DE ELASTICIDAD
Fabricante / Año <i>Manufacturer / Year</i>	PINZUAR (2019)
Modelo <i>Model</i>	PC-42D/NO PRESENTA/PC-42-D
Número de Serie <i>Serial Number</i>	286
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	E-ACI-001
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO SAC
Dirección <i>Address</i>	JR. CIRIO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS (AL COSTADO DE COMISARIA NAZARENAS)
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2025 - 04 - 10
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2025 - 04 - 14

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.

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 resolve the units of measurement according to the International System of Units (SI).

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

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

04

Number of pages of the certificate and documents attached

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. Unapproved calibration certificates are not valid.

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. Unapproved calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Calibración


Br. Félix Jaramillo Castillo
Manifiesto Encargado de Metrología



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

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51) 962 1263 • www.pinzuar.com.pe


Ing. Marcelino Angulo
Encargado de Metrología

F-00862-002 RO

Página 1/15 de 4

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,01 kN
Apreciación	0,01 kN
Clase	1,0
Límite inferior de la Escala	2 kN
Documento de Referencia	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

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 las preecargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza deseados 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.

Durante el proceso de preecargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.

Indicaciones registradas durante las preecargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio S _{1,2,3,4}	Errores Relativos	
		S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S ₃ Ascendente		Indicación q	Repetibilidad δ
en %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	200,00	203,686	203,277	204,034	203,665 6	-1,60	0,365
95,0	950,00	950,328	954,880	955,740	956,315 9	-1,69	0,351

Tabla 2.

Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1,2,3,4}
		S ₁ Ascendente	S ₂ Ascendente	S ₃ No Aplica	S ₄ Ascendente	S ₅ No Aplica	
en %	kN	kN	kN	---	kN	---	kN
20,0	200,00	199,542	199,511	---	199,683	---	199,778 5
30,0	300,00	299,991	300,017	---	299,900	---	299,979 1
40,0	400,00	400,187	400,494	---	400,417	---	400,365 9
50,0	500,00	500,510	500,696	---	500,309	---	500,524 7
60,0	600,00	600,413	600,342	---	600,510	---	600,421 6
70,0	700,00	701,204	701,586	---	700,975	---	701,248 3
80,0	800,00	801,512	801,583	---	800,682	---	801,258 9
90,0	900,00	901,226	900,733	---	900,528	---	900,829 4
100,0	1000,00	999,943	999,465	---	999,826	---	999,744 7

Tabla 3.

Error relativo de cero, $f_{0,0}$, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del (BC).

$f_{0,01}$ %	$f_{0,02}$ %	$f_{0,03}$ %	$f_{0,04}$ %	$f_{0,05}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

(MPC) 0001 0003

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.pe

INGEOMAX
Ing. Maximiliano Hualde Araya
CIP 151 191
Ingeniero de Mantenimiento

F-00862-002 R0

Página / Págs. 2 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 a 95 %
		q	Repetibilidad	Reversibilidad		U	%	
± %	kN	%	%	%	%	kN		
20,0	200,00	0,11	0,130	-----	0,005	0,43	0,22	2,04
30,0	300,00	0,007	0,029	-----	0,003	0,26	0,088	2,01
40,0	400,00	-0,06	0,076	-----	0,003	0,42	0,11	2,06
50,0	500,00	-0,10	0,069	-----	0,002	0,53	0,11	2,06
60,0	600,00	-0,070	0,028	-----	0,002	0,52	0,087	2,01
70,0	700,00	-0,178	0,084	-----	0,001	0,70	0,099	2,10
80,0	800,00	-0,16	0,112	-----	0,001	0,98	0,12	2,32
90,0	900,00	-0,092	0,077	-----	0,001	0,84	0,083	2,10
100,0	1000,00	0,026	0,048	-----	0,001	0,81	0,081	2,03

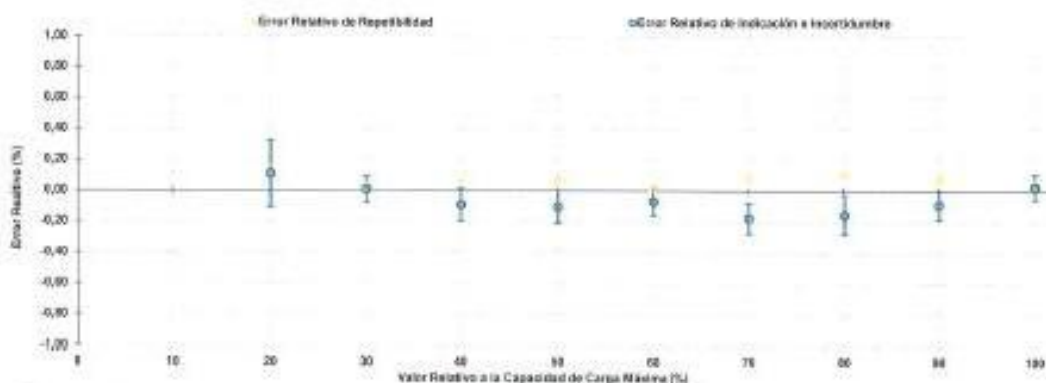


Figura 1: Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

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
1,087 362 E+00	9,886 412 E-01	3,077 640 E-05	-2,005 111 E-06

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 ÁREA DE CONCRETO de la empresa INGENIERÍA GEOTECNICA AL MAXIMO SAC ubicada en AYACUCHO - HUAMANGA - JESUS NAZARENO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Ambiente Máxima: 19,9 °C
Humedad Relativa Máxima: 50 % hr

Temperatura Ambiente Mínima: 19,4 °C
Humedad Relativa Mínima: 44 % hr

LAPE-007-01 R00.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza - Longitud - Masa - Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51) 952 1263 - www.pinzuar.com.pe

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morales Añón
Calle 120 458
Barranco, Lima 18100

F-00862-002 R0

Página 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.

El factor de cobertura, k , reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

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 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, 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	500039	0.5	7352 del INM de Colombia	2026-06

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-00862-002**

No en Certificado

UMPC-05-F-01/R0.0

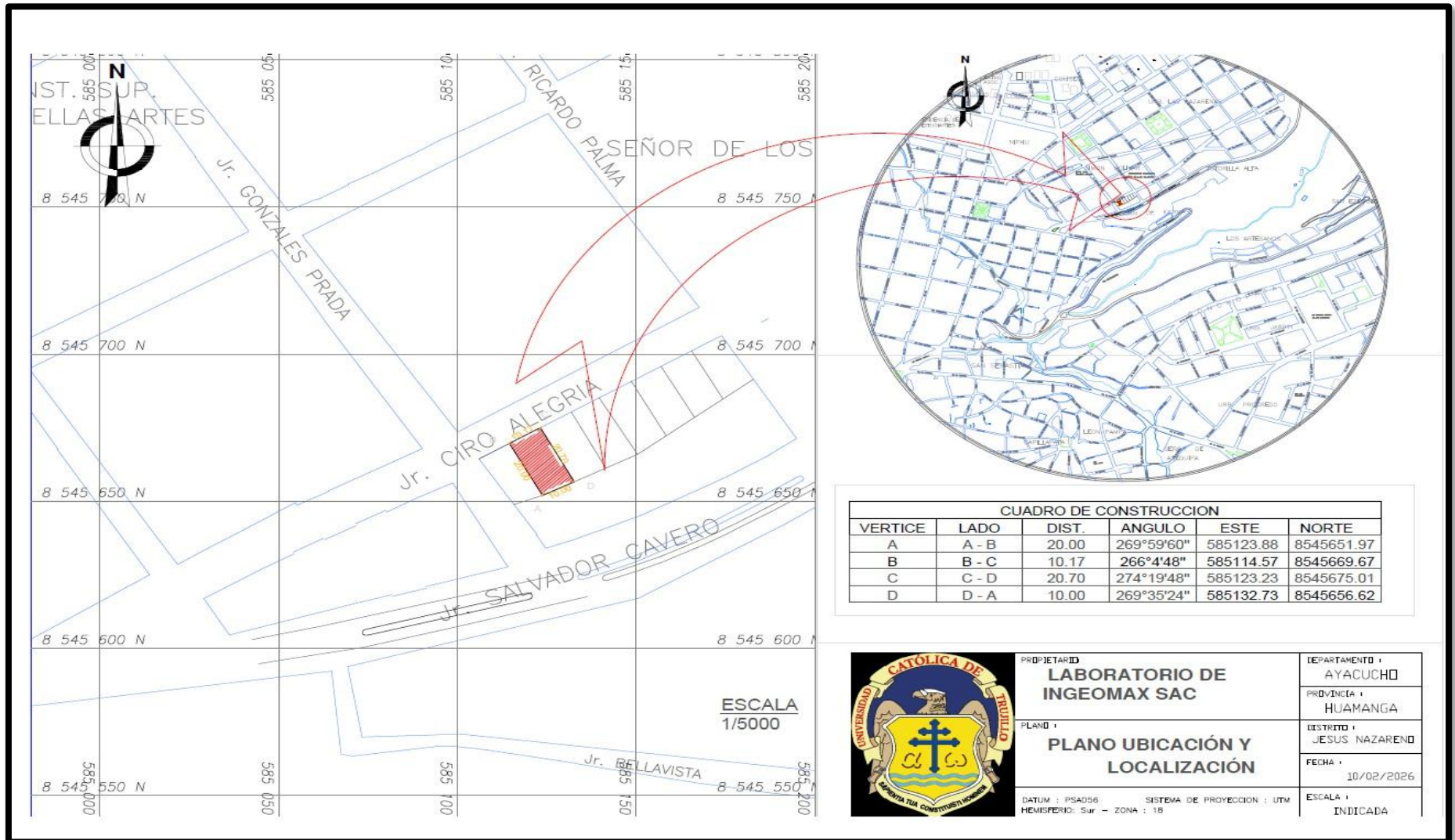
ENGEOMAX
Ing. Mayra Anthony Morales Rojas
C.R. 137.04
Oficina de Ingeniería y Metrología

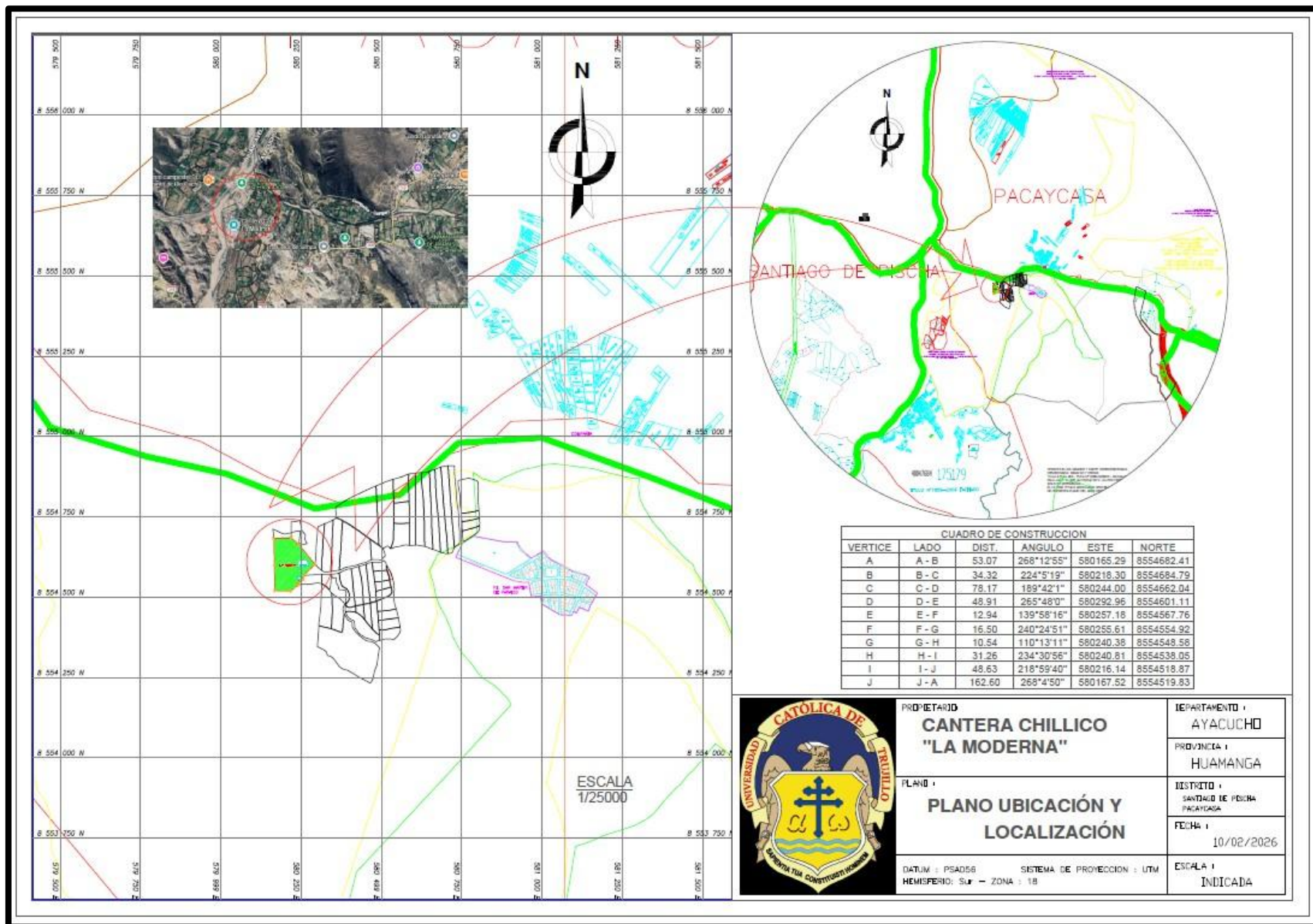
LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza - Longitud - Masa - Temperatura

Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Belavista - Callao | (+51 1) 962 7253 | www.pinzuar.com.co

Anexo 7: Planos





Anexo 8: REPORTE DE TURNITIN

Ruth Stefani JORGE MARIÑO

Ruth Stefani JORGE MARIÑO

 TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:587725779

Fecha de entrega

7 may 2026, 14:06 GMT-5

Fecha de descarga

7 may 2026, 14:09 GMT-5

Nombre del archivo

VERSIÓN TURNITIN - Jorge Mariño, Ruth Stefani.docx

Tamaño del archivo

1.7 MB

45 páginas

14.231 palabras

74.686 caracteres

18% 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

- 11%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 16%  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

- 11%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 16%  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.ucv.edu.pe	<1%
2	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
3	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%
4	Internet	repositorio.unheval.edu.pe	<1%
5	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-05-04	<1%
6	Internet	repositorio.uns.edu.pe	<1%
7	Internet	kipdf.com	<1%
8	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca on 2025-10-17	<1%
9	Internet	hdl.handle.net	<1%
10	Internet	repositorio.unasam.edu.pe	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-22	<1%

12	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-14	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-02-09	<1%
14	Trabajos del estudiante	Uniminuto Virtual on 2026-02-10	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-02-04	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Autonoma de Chota on 2020-12-17	<1%
17	Internet	www.coursehero.com	<1%
18	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-01-28	<1%
20	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-04-30	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru on 2026-05-03	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2025-11-21	<1%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-04	<1%
24	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-01-20	<1%

26	Internet	repositorio.esпам.edu.ec	<1%
27	Trabajos del estudiante	DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA on 2026-01-13	<1%
28	Trabajos del estudiante	uncedu on 2025-05-09	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-27	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-12-19	<1%
31	Trabajos del estudiante	uncedu on 2025-01-10	<1%
32	Internet	www.nexusediciones.com	<1%
33	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-02-10	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2024-11-17	<1%
35	Internet	renati.sunedu.gob.pe	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru on 2025-07-19	<1%
37	Internet	idoc.tips	<1%
38	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-02	<1%
39	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-12-23	<1%

40	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-08	<1%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Peruana Del Centro on 2025-02-08	<1%
42	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2025-03-14	<1%
43	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María on 2026-05-05	<1%
44	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
45	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
46	Internet	pmc.ncbi.nlm.nih.gov	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2024-11-26	<1%
48	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-24	<1%
49	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-11-22	<1%
50	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-06	<1%
51	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2023-08-27	<1%
52	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego 2025 on 2025-07-15	<1%
53	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-03-31	<1%

54	Trabajos del estudiante	Fundação Armando Álvares Penteado (FAAP) on 2025-10-02	<1%
55	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-17	<1%
56	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-08-30	<1%
57	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2017-05-12	<1%
58	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-08	<1%
59	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-22	<1%
60	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru on 2023-12-13	<1%
61	Internet	dokumen.pub	<1%
62	Internet	link.springer.com	<1%
63	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María on 2022-12-19	<1%
64	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca on 2026-02-10	<1%
65	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-03-17	<1%
66	Publicación	Ramón García-Cedeño, José Álvarez-Pérez, Milena Mesa-Lavista, Franco A Carpio...	<1%
67	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2023-11-06	<1%

68	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-20	<1%
69	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-07-12	<1%
70	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-12-17	<1%
71	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes on 2026-01-13	<1%
72	Internet	repositorio.uct.edu.pe	<1%
73	Internet	www.slideshare.net	<1%
74	Trabajos del estudiante	UTEC Universidad de Ingeniería & Tecnología (NO TOCAR) on 2025-07-07	<1%
75	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María on 2016-12-05	<1%
76	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María on 2022-12-15	<1%
77	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2017-07-06	<1%
78	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-06-15	<1%
79	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-16	<1%
80	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2024-02-06	<1%
81	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego on 2024-12-01	<1%

82	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes on 2026-01-12	<1%
83	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes on 2026-04-20	<1%
84	Trabajos del estudiante	unasam on 2023-09-01	<1%
85	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-03-18	<1%
86	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-04-10	<1%
87	Trabajos del estudiante	uncedu on 2025-08-18	<1%
88	Internet	webpages.ull.es	<1%
89	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María on 2017-12-14	<1%
90	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2023-12-28	<1%
91	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-10	<1%
92	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2026-02-10	<1%
93	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2025-06-19	<1%
94	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura on 2025-11-19	<1%
95	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego on 2022-11-03	<1%

96	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-03-23	<1%
97	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes on 2025-08-15	<1%
98	Internet	repositorio.uni.edu.pe	<1%
99	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
100	Internet	transparencia.mtc.gob.pe	<1%
101	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-05-31	<1%
102	Trabajos del estudiante	uni on 2024-04-30	<1%
103	Internet	worldwidescience.org	<1%

Ruth Stefani JORGE MARIÑO

Ruth Stefani JORGE MARIÑO

 TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:587725779

Fecha de entrega

7 may 2026, 14:06 GMT-5

Fecha de descarga

7 may 2026, 14:10 GMT-5

Nombre del archivo

VERSIÓN TURNITIN - Jorge Mariño, Ruth Stefani.docx

Tamaño del archivo

1.7 MB

45 páginas

14.231 palabras

74.686 caracteres

*% detectado como IA

La detección de IA incluye la posibilidad de que haya falsos positivos. Aunque cierto texto en esta entrega se generó probablemente con IA, los puntajes inferiores al umbral del 20 % no aparecen porque tienen una mayor probabilidad de falsos positivos.

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.

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.

Preguntas frecuentes

¿Cómo debería interpretar los falsos positivos y el porcentaje de escritura con IA de Turnitin?

El porcentaje que se muestra en el reporte de escritura con IA es la cantidad del texto calificado en la entrega que el modelo de detección de escritura con IA de Turnitin determina se generó probablemente con IA desde un modelo de lenguaje de gran tamaño.

Los falsos positivos (que marcan incorrectamente alertas de texto escrito por humanos como generado con IA) son una posibilidad en los modelos de IA.

Los puntajes de detección de IA inferiores al 20 %, que no aparecen en reportes nuevos, tienen una mayor probabilidad de ser falsos positivos. Para reducir la probabilidad de malinterpretación, no se atribuye ningún puntaje o resaltado y se indican con un asterisco en el reporte (*%).

El porcentaje de escritura con IA no debe ser el único fundamento para determinar si ha ocurrido una mala conducta. El revisor/instructor debería usar el porcentaje como un medio para iniciar una conversación formativa con sus estudiantes o usarlo para examinar el ejercicio entregado según las políticas de la escuela.

¿Qué significa 'texto calificado'?

Nuestro modelo sólo procesa texto calificado en la forma de escritura de formato largo. La escritura de formato largo se refiere a los enunciados individuales en párrafos que constituyen una parte más grande del trabajo escrito, como un ensayo, una disertación, un artículo, etc. El texto calificado que se ha determinado que se generó probablemente con IA se resaltará en color cian en la entrega.

El texto no calificado, como viñetas, bibliografías comentadas, etc., no se procesará y puede crear disparidad entre los puntos destacados de la entrega y el porcentaje mostrado.

