

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
“BENEDICTO XVI”

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



FIBRAS DE ACERO Y FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SIMPLE
ELABORADO EN UN LABORATORIO EN AYACUCHO, 2026

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR

Br. Lujan Palomino, Rudy

<https://orcid.org/0000-0001-7836-8495>

ASESOR

Ms. Cárdenas Saldaña, Bryan Emanuel

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

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Infraestructura, edificaciones y construcción

TRUJILLO - PERÚ

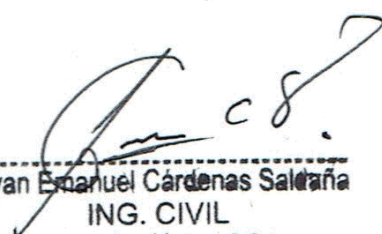
2026

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Mg. Ing. Henry Alexander Chipana Saldaña

Yo, Ms. Bryan Emanuel, Cardenas Saldaña con DNI N° 71475477, como asesor/a del trabajo de investigación titulado “FIBRAS DE ACERO Y FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SIMPLE ELABORADO EN UN LABORATORIO EN AYACUCHO, 2026”, desarrollado por el egresado Lujan Palomino, Rudy con DNI N° 62508050 del Programa de estudios Ingeniería Civil ; considero que dicho trabajo reúne las condiciones técnicas y científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Estudiantes y de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI” y en la normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



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

Ms. Bryan Emanuel, Cárdenas Saldaña

DNI: 7147577

Asesor

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

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

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Gran Canciller

Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DR. MARCOANTONIO PACHERRES TORREJÓN

Rector de la Universidad Católica de Trujillo “Benedicto XVI”

DRA. SILVIA ANA VALVERDE ZAVALA

Vicerrectora Académica

DRA. GINA GENARA ZAVALA ESPEJO

Vicerrectora de Investigación

MG. HENRY ALEXANDER CHIPANA SALDAÑA

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REATEGUI MARÍN

Secretaria General

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi yo del pasado, a ese niño que muy a pesar de las dificultades nunca se dio por vencido.

A ese yo que madrugo mientras todos descansaban, que con mucha perseverancia logró salir de todas las dificultades que la vida le presentaba, que era consciente de que con mucho esfuerzo este sueño si se podía realizar; que al ver este trabajo terminado y sabiendo lo que significa, quiero que sepa que estoy muy orgulloso.

A mis papas y mis seres queridos, por ese apoyo incondicional, que apostó por mí y dio lo mejor de ellos para este proceso pueda culminar y yo pueda cumplir mis metas.

Con mi mayor estima, esto es para ustedes.

Br. Lujan Palomino, Rudy

Autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco de todo corazón a aquellas personas que con mucho esfuerzo hicieron que este sueño se haga realidad.

A mis papas, Gloria y Seferino por confiar, y darme ese soporte moral y económico a pesar de las diferentes adversidades que se iban presentando.

A mis hermanos, que nunca dudaron y estuvieron en este proceso animándome, respaldándome.

A mi pareja y su familia, por ese apoyo incondicional, por esas acciones que solo se ve en alguien que te aprecia profundamente.

Al Ing. Walter Gutiérrez, al Ing. Maxwell, por la paciencia, por facilitar, por inculcar todo el conocimiento para que este trabajo se realice de la mejor manera.

A la Universidad Católica de Trujillo, por ser la institución que forjó mi formación profesional y ética, brindándome las herramientas necesarias para alcanzar este logro que marca el inicio de una nueva etapa en mi vida. A mi asesor, el Ing. Bryan, por su orientación, dedicación y paciencia durante el desarrollo de esta investigación; su guía fue fundamental para convertir cada dificultad en aprendizaje y cada idea en un resultado concreto.

A todos ellos, desde lo más profundo de mi un sincero agradecimiento.

Br. Lujan Palomino, Rudy

Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo **Lujan Palomino Rudy**, con **DNI N.º62508050**, egresado 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: **“FIBRAS DE ACERO Y FIBRAS DE POLIPROPILENO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO SIMPLE ELABORADO EN UN LABORATORIO EN AYACUCHO, 2026”**, el cual consta de un total de **106 páginas**, incluyendo 23 tablas y 6 figuras, y **47 páginas de anexos**.

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

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

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

El autor



Lujan Palomino, Rudy
DNI: 62508050
Autor

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	32
2.1. Enfoque, tipo	32
2.2. Diseño de investigación.....	32
2.3. Población y muestra.....	33
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	34
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información.....	35
2.6. Aspectos éticos en investigación	35
III. RESULTADOS	36
IV. DISCUSIÓN	52
V. CONCLUSIONES	55
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes del clinker y sus contribuciones en el cemento.....	22
Tabla 2 Especificaciones de calidad del agua	23
Tabla 3 Tipos de aditivos químicos según la norma ASTM C-494.....	24
Tabla 4 Requerimientos de granulometría para agregado fino	25
Tabla 5 Requisitos granulométricos para agregados gruesos	26
Tabla 6 Características de las macrofibras de acero.....	30
Tabla 7 Características de las fibras.....	31
Tabla 8 Tamaño de muestras de testigos para prueba a compresión.....	33
Tabla 9 Especificaciones del cemento Portland Tipo I	37
Tabla 10 Especificaciones del agregado grueso y fino de la cantera Chillico-La Moderna.....	37
Tabla 11 Proporción en peso por m^3 (concreto patrón + adiciones)	38
Tabla 12 Proporción en peso por m^3 para volúmenes de ensayo tanto prismáticas como cilíndricas.	38
Tabla 13 Proporción en peso por m^3 para volúmenes de ensayo 9 cilíndricas.....	38
Tabla 14 Resistencia a la compresión del concreto patron	39
Tabla 15 Resistencia a la compresión del concreto patron + 0.5kgfp + 10kgfa.....	40
Tabla 16 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk Para la dimensión de resistencia a la compresión del concreto con adición 0.5kg/ m^3 fp + 10kg/ m^3 fa.....	42
Tabla 17 Análisis de pruebas no paramétricas de Kruskall-Wallis	43
Tabla 18 Resistencia a la compresión del concreto patron + 0.65kgfp + 18.75kgfa.....	44
Tabla 19 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la dimensión de resistencia a la compresión del concreto con adición 0.65kg/ m^3 fp + 18.75kg/ m^3 fa	46
Tabla 20 Análisis de pruebas no paramétricas De Kruskall-Wallis.....	46
Tabla 21 Resultados del ensayo a compresión del concreto patron + 0.75kgfp + 27.5kgfa	47
Tabla 22 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la dimensión de resistencia a la compresión del concreto con adición 0.75kg/ m^3 fp + 27.5kg/ m^3 fa	49
Tabla 23 Análisis de varianza (ANOVA) de un factor para la resistencia a la compresión del concreto con adición	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la cantera La Moderna-Rio Cachi.....	36
Figura 2 Crecimiento de la resistencia a la compresión vs tiempo de curado del concreto patron.....	39
Figura 3 Crecimiento de la resistencia a la compresión vs tiempo de curado del concreto patron + 0.5kgfp + 10kgfa.....	41
Figura 4 Crecimiento de la resistencia a la compresión vs tiempo de curado del concreto patron + 0.65kgfp + 18.75kgfa.....	44
Figura 5 Crecimiento de la resistencia a la compresión vs tiempo de curado del concreto patron + 0.75kgfp + 27.5kgfa.....	47
Figura 6 Gráfico comparativo de los resultados de los ensayos de resistencia la compresión simple del concreto patrón y sus adiciones evaluado en los días 7, 14, 28.....	50

RESUMEN

La investigación titulada “fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026”, tuvo como objeto: Determinar la influencia de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026. La metodología utilizada por su enfoque fue cuantitativa según su finalidad fue del tipo aplicada y por su profundidad explicativa. La población de estudio fue todos los especímenes de concreto simple con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ fabricados en Ayacucho 2026, de los cuales se tomó como muestra 36 probetas con un muestreo no probabilístico intensional, avalados por la norma NTP 339.034. Los resultados obtenidos se concluyen que la mezcla C. Patrón + 0.5 kg/m^3 FP + 10 kg/m^3 FA se posiciona consistentemente como el límite superior de resistencia en todas las edades evaluadas, registrando los valores más altos de la serie experimental: 203.4 kg/cm^2 a los 7 días, 278.4 kg/cm^2 a los 14 días y 355.5 kg/cm^2 a los 28 días. Este último valor representa el 169.3% del f_c de diseño y supera en un 10.9% al concreto patrón (320.7 kg/cm^2), confirmando que esta dosificación no solo aumenta la resistencia máxima del concreto, al igual que también acelera su ganancia de resistencia en las etapas tempranas de curado. Las adiciones en los distintitos proporciones fibra de acero (SikaFiber 80/60NB 10 kg/m^3 ; 18.75 kg/m^3 ; 27.5 kg/m^3) y fibra de polipropileno (Chema Fibra Acrílica 0.5 kg/m^3 ; 0.65 kg/m^3 ; 0.75 kg/m^3) muestran un aumento no progresivo de la resistencia. Se concluye que la inclusión de fibras en el concreto simple mejora significativamente la resistencia a la compresión; siendo. Patrón + 0.5 kg/m^3 FP + 10 kg/m^3 FA la proporción con mejores desempeños con respecto a la resistencia a la compresión.

Palabras clave: Esfuerzo a compresión; Fibras de acero; Fibra de polipropileno; Concreto.

ABSTRACT

The research entitled “Steel Fibers and Polypropylene Fibers on the Compressive Strength of Plain Concrete in Ayacucho, 2026” aimed to determine the influence of steel fibers and polypropylene fibers on the compressive strength of plain concrete in Ayacucho, 2026. The methodology used was quantitative in its approach, applied in its purpose, and explanatory in its depth. The study population consisted of all plain concrete specimens with $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ manufactured in Ayacucho in 2026, from which a sample of 36 specimens was taken using non-probabilistic purposive sampling, in accordance with standard NTP 339.034. The results obtained indicate that mix C. (Standard + 0.5 kg/m^3 FP + 10 kg/m^3 FA) consistently achieves the upper limit of strength at all evaluated ages, registering the highest values in the experimental series: 203.4 kg/cm^2 at 7 days, 278.4 kg/cm^2 at 14 days, and 355.5 kg/cm^2 at 28 days. This last value represents 169.3% of the design f_c and exceeds the standard concrete (320.7 kg/cm^2) by 10.9%, confirming that this mix not only increases the final strength of the concrete but also accelerates its strength gain in the early stages of curing. The addition of steel fiber (SikaFiber 80/60NB 10 kg/m^3 ; 18.75 kg/m^3 ; 27.5 kg/m^3) and polypropylene fiber (Chema Fibra Acrílica 0.5 kg/m^3 ; 0.65 kg/m^3 ; 0.75 kg/m^3) in different proportions showed a non-progressive increase in strength. It is concluded that the incorporation of fibers in plain concrete significantly improves compressive strength; the combination of standard + 0.5 kg/m^3 FP + 10 kg/m^3 FA yielded the best performance in terms of compressive strength.

Keywords: Compressive strength; Steel fibers; Polypropylene fiber; Concrete.

I. INTRODUCCIÓN

El concreto es uno de los materiales más importantes para la construcción, el concreto es el más utilizado en el mundo el concreto y en particular, en la región de Ayacucho que, siendo un departamento en proceso de desarrollo, muestra un crecimiento urbano lo que ha impulsado a una creciente demanda de estructuras de concreto tanto para viviendas, obras viales o también infraestructura pública; Pero como bien se sabe, el concreto presenta mejoras en su desempeño ante esfuerzos de compresión; a pesar de ello disminuye su esfuerzo a la tracción y flexión, debido su naturaleza poco dúctil; esta limitación inherente del concreto constituye uno de los principales problemas de un concreto simple, tiende a generar fisuras prematuras que comprometen tanto la durabilidad como la seguridad de las edificaciones”. (Perca Guillermo, 2005).

Frente a esta problemática, la incorporación de fibras tanto naturales como artificiales han surgido como una alternativa de solución técnicamente sólida; estas fibras tienen la una buena capacidad para resistir esfuerzo de tracción, distribuidas uniformemente del concreto, contribuyen a las características mecánicas del concreto, así como también forman un refuerzo a pequeña escala que resulta muy efectivo para combatir el agrietamiento por contracción y otorga al concreto una notable capacidad de deformación, siempre que la resistencia y la proporción de las fibras sean suficientemente.” (Chapoñan Cueva & Quispe Cirilo, 2017).

Las fibras sintéticas y metálicas son una gran alternativa puesto que aportan excelentes características que complementan a las propiedades iniciales del concreto común. Puesto que cuando se combinan estas dos fibras los resultados son aún más significativos ya que se ha encontrado adicionar esta fibra de polipropileno micro sintética más fibra de acero, se logra incrementar el esfuerzo a compresión en 9.95%, en cuanto a los esfuerzos de tracción y flexión, la dosificación más adecuada logra aumentar en un 13.39% y el 20.27% en flexión y de hasta un 48% para tracción con un 45 kg/m³ de fibra de acero.” (Vasques Guivar, 2022).

Sin embargo, en Ayacucho existe un vacío de conocimiento en relación con la determinación de las características físico y mecánicas del concreto incorporando con las fibras de acero y polipropileno, bajo normativas de la localidad Esta carencia obliga a los profesionales de la ingeniería civil local a extrapolar resultados de otras regiones con condiciones geográficas, climáticas y de materiales distintas, lo que puede conducir a diseños de mezcla inadecuados o a la subutilización del potencial de mejora que estas fibras ofrecen”.

En consecuencia, es muy importante desarrollar una investigación experimental que evalúe, de manera sistemática y con materiales locales de Ayacucho agregados de canteras propias, cemento Portland tipo I disponible en Ayacucho y condiciones climáticas características de una ciudad andina a 2 761 m.s.n.m. , en consecuencia de la incorporación combinada de fibras de acero y polipropileno sobre las características mecánicas del concreto estructural de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, generando datos científicos confiables y directamente aplicables al contexto local”.

Tras el diagnóstico de la problemática expuesta, resultó imperativo estructurar las interrogantes de investigación que sirvan como eje conductor del estudio, en este sentido el problema general: ¿Cuál es la influencia de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026? de manera complementaria, se plantearon los siguientes problemas específicos:

¿Cuál es la influencia de las fibras de acero a 10kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.5kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026?

¿Cuál es la influencia de las fibras de acero a 18.75 kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.65 kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026?

¿Cuál es la influencia de las fibras de acero a 27.5kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.75 kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026?

En cuanto a la justificación el uso de fibras en el hormigón ofrece diversas ventajas, la más importante de las cuales es su resistencia. La mayor vida útil de las edificaciones muestra directamente una disminución en los recursos que deben ser para el mantenimiento y reparación en todo su tiempo de vida de las estructuras. Los daños a la infraestructura por durabilidad han afectado al rendimiento estructural de los edificios de hormigón. También tiene consecuencias económicas que, al estudiarse en Perú, un país en desarrollo, resultan proporcionalmente más costosas que en otros países. A diferencia del concreto tradicional, el reforzado con fibras presenta una mayor resistencia al deterioro, lo que muestra disminución en los recursos a utilizar para el mantenimiento y la prolongación de la vida de las estructuras.

Asimismo, beneficio práctico más directo del estudio genera datos experimentales locales y confiables que puedan ser utilizados por los ingenieros civiles de Ayacucho en

sus proyectos. Tal como señalaron Chapoñan y Quispe (2017), El estudio sobre fibras de polipropileno proporcionará datos reales y verificables, que serán de utilidad para ingenieros civiles, estudiantes, diseñadores, ingenieros y profesionales de la ingeniería estructural. Además de establecer los fundamentos para posteriores iniciativas, abrirá la posibilidad de ampliar y profundizar el conocimiento sobre la materia. Este estudio se lleva a cabo con el objetivo principal de establecer una referencia tecnológica local para el uso del hormigón reforzado con fibras en la región de Ayacucho.

Del mismo modo la necesidad de ampliar la información disponible sobre el uso de fibras en el hormigón estructural constituye la base teórica de esta investigación. El objetivo no es solo confirmar las teorías existentes, sino también fomentar nuevas discusiones y reflexiones en el ámbito académico. Esto se logrará mediante la confrontación teórica, respaldada por las normas existentes, y la comparación de resultados. En este contexto, el estudio se enfoca en un análisis crítico de la literatura disponible, La incorporación de investigaciones contemporáneas que investigan numerosos elementos relacionados con las características mecánicas del hormigón y el uso de fibras de acero (SikaFiber 80/60NB) y polipropileno (Chema Fibra Acrílica).

Bajo la premisa de los argumentos expuestos, se estableció como objetivo general: Determinar la influencia de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026 y se plantearon los siguientes problemas específicos:

Determinar la influencia de las fibras de acero a 10kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.5kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.

Determinar la influencia de las fibras de acero a 18.75kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.65kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.

Determinar la influencia de las fibras de acero a 27.5kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.75kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.

En relación con los objetivos planteados, se propuso como hipótesis general: Existe influencia significativa de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026. Así mismo se formularon las hipótesis específicas:

Existe influencia significativa de las fibras de acero al 10kg/m³ de adición y fibras de polipropileno a 0.5kg/m³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.

Existe influencia significativa de las fibras de acero al 18.75kg/m³ de adición y fibras de polipropileno a 0.65kg/m³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.

Existe influencia significativa de las fibras de acero al 27.5 kg/m³ de adición y fibras de polipropileno a 0.75 kg/m³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple v en Ayacucho, 2026.

Antecedentes internacionales:

López Roman, (2025) en su tesis *“Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado”* En este estudio experimental, utilizó los resultados de dos tipos de fibra (micro y macro-fibras de polipropileno) para analizar cómo modificaban las propiedades del hormigón en estado fresco y endurecido. Utilizó porcentajes volumétricos del 1 % o menos de hormigón elaborado con agregados de México y del Estado de Hidalgo. Para realizar su investigación, elaboraron hormigón con agregado grueso TMN de 3/8", arena andesítica, cemento Portland, fibra de acero DRAMIX (RC 65/35 BN) y macrofibra de polipropileno (MAC Matrix). Elaboraron ocho especímenes: un espécimen sin fibra, tres con fibras cortas de acero (0,5, 0,75 y 1 %) y cuatro con macrofibras de polipropileno (0,25, 0,5, 0,75 y 1 %). La investigación descubrió la incorporación con fibras de acero no alteró sustancialmente el esfuerzo a compresión de un concreto después de 28 días, al evaluar el rendimiento del hormigón con diversos tipos y cantidades de fibras. De hecho, la resistencia se redujo hasta en un 9 % después de 90 días con la adición de 60 kg/m³. Por otro lado, a los 28 y 90 días, la adición de macrofibras de polipropileno hizo que el hormigón fuera ligeramente más resistente que el hormigón sin fibras. Fibras: La presencia de fibras cortas de acero en el hormigón lo hace más resistente a la abrasión, y cuantas más fibras se utilicen, mejor; en el nivel más alto de dosificación de fibra analizado, se logró disminuir el deterioro por abrasión en un 34%; mientras que las macrofibras de polipropileno contribuyeron a reducir dicho desgaste en un 5%.

Zhang et al. (2024) en su investigación titulada *" Mechanical Properties of Fully Recycled Aggregate Concrete Reinforced with Steel Fiber and Polypropylene Fiber"*, publicada en la revista Materials (MDPI, China), tuvieron como objetivo estudiar los efectos de la fibra de acero (FA) en las proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5%, y la fibra de

polipropileno (FP) en dosificaciones de 0.9, 1.2 y 1.5 kg/m³, sobre las propiedades mecánicas del hormigón con áridos totalmente reciclados (FRAC). Donde evaluaron la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción por hendimiento y flexión en 16 grupos; teniendo como resultado que el impacto de la fibra de polipropileno en el asentamiento de FRAC fue relativamente pequeño, pero la fibra de acero tuvo un impacto negativo significativo y la adición híbrida redujo un 64.7-85.5% y un 67.2-89.6%, respectivamente en comparación con el FRAC convencional. encontraron que al incorporar fibra de acero o fibra de polipropileno de forma individual al hormigón con agregados reciclados produce mejoras notables tanto en la resistencia a la compresión como en la resistencia a la tracción por hendimiento; sin embargo, el uso combinado de ambas fibras genera resultados superiores a los obtenidos con cualquiera de ellas por separado; Asimismo, los autores identificaron que la dosificación más eficiente para maximizar la resistencia a la compresión corresponde a 1.2 kg/m³ de fibra de polipropileno junto con 0.5% de fracción volumétrica de fibra de acero, combinación que permitió superar en 56.9% la resistencia del concreto reciclado sin refuerzo de fibras; también reportaron que la resistencia a la flexión del concreto con agregados reciclados se incrementa progresivamente a medida que aumenta el contenido de fibra de acero o de polipropileno, siendo notablemente superior en el concreto reforzado con fibra de acero respecto al reforzado únicamente con fibra de polipropileno. En particular, al incorporar exclusivamente 1.5% de fibra de acero, la resistencia máxima a la flexión alcanzó un incremento de hasta 217.0% en comparación con el hormigón reciclado convencional. En cuanto a la tenacidad a la flexión, la fibra de acero también demostró mayor eficacia que la fibra de polipropileno cuando se emplea de forma individual; de hecho, la adición aislada de fibra de polipropileno no generó mejoras evidentes en la tenacidad. No obstante, cuando ambas fibras se combinaron, el aumento de la dosificación de polipropileno produjo incrementos considerables en la tenacidad del material. En términos generales, tanto la tenacidad a la flexión como la resistencia residual mostraron una tendencia ascendente con el incremento de la dosificación total de fibra, alcanzando sus valores máximos con una combinación de 1.5 kg/m³ de fibra de polipropileno y 1.5% de fracción volumétrica de fibra de acero.

Figuerola-Moran et al. (2023) en su investigación titulada *"Influencia de la distribución de fibras sobre la resistencia a flexión del concreto autocompactante"*, desarrollada en la Universidad Mariana de Pasto, Colombia, tuvieron como objetivo analizar cómo la adición de fibras sintéticas y de acero influye la capacidad portante ante

esfuerzos de tracción del concreto autocompactante. La metodología consistió en la elaboración de vigas de concreto, la realización de ensayos de flexión y el análisis de la distribución interior de las fibras. Reportaron que la resistencia a la flexión de las vigas de concreto aumentó progresivamente con el tiempo de curado en los tres grupos evaluados. Al séptimo día de curado, los tres grupos presentaron valores similares, aproximadamente entre 2.30 y 2.40 MPa, sin diferencias marcadas entre sí mientras que a los 14 días, las vigas con fibras de acero comenzaron a mostrar una ventaja notable, alcanzando aproximadamente 2.85 MPa, frente a 2.65 MPa de las vigas con fibras sintéticas y 2.55 MPa de las vigas sin fibras; la diferencia se hizo más pronunciada a los 28 días de curado, donde las vigas con fibras de acero alcanzaron una resistencia a la flexión de aproximadamente 3.85 MPa, superando ampliamente a las vigas con fibras sintéticas 2.90 MPa y a las vigas sin fibras 2.80 MPa. Sin embargo, los autores destacaron que las vigas con fibras sintéticas presentaron menor coeficiente de variación, evidenciando una mejor dispersión de las fibras en la sección transversal y mayor cohesión de los fragmentos posterior a la falla por flexión.

Wei et al. (2022) en su investigación titulada *"Experimental Study on Compressive and Flexural Performances of Polypropylene Fiber-Reinforced Concrete"* publicada en la revista Geofluids (Wiley-Hindawi, China) tuvo como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno (PPF) en diferentes dosificaciones (0, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5kg/m³). Donde se evidenció que tras realizar ensayos de compresión y flexión en PC, PPRFC-0.6, PPRFC-0.9, PPRFC-1.2 y PPRFC-1.5 a diferentes días de curado con la misma proporción de mezcla, al aumentar el contenido de fibra, mayores a 1.2kg/m³, la fluidez de la mezcla disminuye lo que dificulta la trabajabilidad; a su vez en el ensayo de compresión de PPRFC son todas superiores a las del concreto patrón y a la resistencia a compresión más alta obtenida es de PPRFC-0.9 ya que registro un incremento en un 7.51%, 17.75%, 10.63% y 5.23% a analizadas al día 7, 14, 28, 60, respectivamente; con respecto a la flexión indicaron que la adición de PPF podría aumentar significativamente la resistencia ya que al añadir 0.9kg/m³ de fibra al PC mostraron la mayor resistencia a la flexión con valores de 5.10Mpa, 6.31Mpa, a los 14, 28 y 60 días que representan un 40.50%, un 29.67% y un 21.35% superiores a los del PC respectivamente. Estos resultados muestran que el PPF de bajo contenido puede mejorar eficazmente la resistencia a la compresión, la capacidad de absorción de energía de la primera fisura, esto es de gran importancia para la aplicación de PPF en el concreto.

Babar Ali, Liaqat Ali, Kurda (2021), en su investigación: *“Environmental and economic benefits of steel, glass, and polypropylene fiber reinforced cement composite application in jointed plain concrete pavement”*, que evidencio que el concreto convencional (PC) proporciona una composición solida en situaciones se requiere mayor esfuerzo a la flexión. Para utilizar menos recursos naturales y mantener bajos los espesores de diseño, es importante reforzar el PC añadiendo componentes como barras de refuerzo de acero y fibras. Esta investigación evaluó la eficacia ambiental y económica de pavimentos con diversos compuestos de fibra (FCC). Los FCC se fabricaron añadiendo entre un 0,5 % y un 1,0 % en volumen adicionando fibras de vidrio (GF), fibras de acero con forma de gancho (HSF) y fibra de polipropileno (PPF) al hormigón de esfuerzo convencional (C30). Primero, realizaron pruebas de flexión de los FCC. Posteriormente, estos valores se usaron al determinar el grosor del pavimento de hormigón convencional articulado (JPCP). Se determinó la eficacia ambiental y económica de la construcción con JPCP analizando el coste y los resultados de carbono generada por cada metro cúbico de las distintas composiciones de hormigón. Evaluándose el rendimiento de varios FCC en JPCP frente al del PC tradicional. Los resultados de las pruebas mecánicas indicaron que el HSF-FCC es mucho mejor que el PPF-FCC y el GF-FCC. Si bien el PPF-FCC y el GF-FCC no funcionan tan bien mecánicamente como el HSF-FCC, ambos son muy eficaces para reducir el costo y la huella de carbono del JPCP. Con la misma capacidad de carga, los JPCP con GF-FCC y PPF-FCC también mejoran el medio ambiente y cuestan menos que los JPCP con PC convencional. Esta investigación sugiere que el FCC puede construir pavimentos económicos y ecológicos que el PC normal, siempre que se utilice la cantidad y el tipo de fibra adecuados.

Antecedentes Nacionales:

Escarcena Gutierrez, (2023), realizaron la evaluación *“Propiedades Mecánicas Del Pavimento Rígido Empleando Fibras De Acero, Ayacucho 2022”*, Los investigadores utilizaron las normas AASHTO, NTP, ACI211 y MTC. El estudio práctico utilizó un enfoque cuantitativo para examinar la mejora de la resistencia a la flexión en el hormigón de pavimento urbano estándar mediante la incorporación de fibras de acero (CHO 65/35NB). En el desarrollo de este estudio, se preparó una mezcla convencional con una resistencia de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibras de acero como elemento adicional. Las pruebas de compresión axial y tracción indirecta fueron llevadas a cabo a los 7, 14 y 28 días de curado. A los 28 días, también se realizó una prueba de flexión. Posteriormente, el estudio analizó la incidencia de las fibras de acero sobre la capacidad resistente a

compresión, flexión y tracción de un concreto empleado en pavimentos rígidos. La mejor cantidad para añadir fue el 5% del peso del cemento. Esto cumplió con las directrices peruanas de diseño de pavimentos y redujo el costo de hacer cualquier pavimento urbano duro, como carreteras locales, colectoras y arteriales. Este tipo de pavimentos se fabrican con concreto con un valor f_c menor o igual a 280 kg/cm^2 y un valor M_r de al menos 34 kg/cm^2 . Esto se logra añadiendo un 5% de fibras de acero al concreto estándar con un valor f_c de 210 kg/cm^2 . Ello representa una ventaja desde el punto de vista económico, dado que el pavimento rígido con una dosificación del 5% de fibras de acero (S/ 486.996,48) resulta menos costoso que el pavimento rígido convencional (S/ 539.612,05), con una comparación de S/ 52.615,57 para la pavimentación de $5121,20 \text{ m}^2$ lo que incluye únicamente el encofrado y desencofrado de la losa de concreto y el concreto para la losa. Esto supone un ahorro de S/ 10,27 por m^2 .

Carrillo Leiva & Rojas Chavez, (2023), en su tesis *“Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón $f_c 210 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac”*. La producción del concreto en la ciudad del Cusco se llevó a cabo utilizando cemento Portland IP y árido fino procedente de la cantera de Cunyac (en una proporción de 75% de agregado fino y 25% de material pétreo fino extraído de Vicho), árido grueso de 3/4 de pulgada obtenido de la cantera de Vicho, fibras de acero Dramix 3D en proporciones de 1, 2, 3 y 4% respecto al volumen del cemento, y aditivo plastificante Sika HE-98. El American Concrete Institute (ACI) ideó el método que se utilizó para hacer la mezcla. Probaron el esfuerzo a compresión y flexión de noventa especímenes cilíndricos y noventa especímenes de control agregando fibras de acero a niveles de uno, dos, tres y cuatro por ciento. Los especímenes fueron hechos y luego probados. Después de 28 días de curado, encontraron que agregar 2% de fibras de acero Dramix 3D mejoró el comportamiento de compresión en un 9.84%, y la incorporación del 3% de fibras de acero Dramix 3D incrementó la capacidad de soporte ante esfuerzos de flexión en un 22,08%.

Quispe Quichua, (2022), en su investigación: *“Incidencia de las fibras de polipropileno en la durabilidad del hormigón simple aplicado a pavimentos rígidos ligeros.”*, se llevó a cabo en Ayacucho. Utilizó el ensayo de asentamiento mediante el cono de Abrams y las propiedades mecánicas del hormigón, específicamente la capacidad resistente a la compresión y a la flexión, con el fin de analizar las variaciones en el

comportamiento de dicho material. Para investigar la mejora del concreto hidráulico producido como resultado de la inclusión de fibras de polipropileno. Se emplearon métodos experimentales y correlacionales en el diseño del estudio. Se utilizaron cinco adiciones diferentes al concreto: 300, 500, 600, 800 y 1000 g/m³. El soporte de esfuerzo a compresión del concreto fue de 210 kg/cm². Tras 28 días de curado, descubrió el porcentaje de mayor esfuerzo fue de 600 g/cm³, por lo que se representó una mejora del 9,39 % del esfuerzo a compresión y el 29,8 % en el esfuerzo a flexión. Observó que esta proporción presentaba la máxima resistencia. Por lo tanto, concluyó que la fibra presentaba un rendimiento superior en cuanto a resistencia a la flexión, ideal para pavimentos duros. La tensión de flexión es el principal modo de funcionamiento de estas estructuras.

Castañeda Ávila, Olague Caballero y Almeraya Calderón (2022), en su artículo *"Análisis comparativo entre concreto hidráulico simple y concreto reforzado con fibras de acero"*, realizado en Chihuahua, compararon las características mecánicas del concreto y el comportamiento ante agentes de deterioro del concreto con fibras de acero (CRFA). También determinaron la dosificación adecuada de fibras de acero para añadir al concreto hidráulico, considerando las partículas y los químicos presentes. Se evaluó la trabajabilidad y uniformidad del CRFA (prueba de asentamiento) y su peso unitario fresco. La capacidad de absorción de energía del concreto reforzado con fibras de acero (CRFA) fue evaluada mediante los métodos: ASTM C 1018, JSCE SF4 y PCS. Se utilizaron cámaras de niebla salina, humedad relativa, inmersión en agua y condiciones ambientales para acelerar los experimentos de corrosión. Los autores determinaron que las fibras exhibieron un rendimiento satisfactorio, ya que el hormigón. El concreto reforzado con fibras de acero (CRFA) tiene un esfuerzo a compresión hasta un 24 % superior a la del hormigón simple, y su módulo de elasticidad es de 2 a 3 veces superior. De acuerdo con los ensayos de absorción de energía, resistencia al deterioro y las propiedades del hormigón en su estado no endurecido, la cantidad óptima de fibra para el CRFA es de 30 kg/m³.

Moy Mosquera & Remuzgo Florentino, (2021), *"Influencia de las fibras de acero en las propiedades del concreto en losas livianas a 3200 m.s.n.m."*, examinaron el comportamiento del concreto de losas livianas en Huancayo, utilizando una metodología experimental para su investigación. Se empleó un diseño de post-prueba con dos grupos emparejados como grupo de control, siendo la variable independiente el incorpora fibras de acero. Se prepararon dosificaciones de concreto con relaciones agua/cemento de 0.40,

0.50 y 0.60, incorporando fibras de acero en dosificaciones con 15, 25 y 35 kilogramos m³. En la elaboración utilizaron agregados provenientes del Valle del Mantaro, agua potable y fibras de acero Wirand FS3N con una relación de 44. Las características del concreto fueron evaluadas en tres estados: fresco, plástico y endurecido. Posteriormente, construyeron modelos demostrativos. El análisis comprendió 132 especímenes cilíndricos, 24 especímenes prismáticos y losas de dimensiones 1,20 x 1,90 x 0,20 m. Los resultados del estudio revelaron que la incorporación de fibras de acero muestra mejoras en las características del concreto ubicadas a 3200 m.s.n.m, favoreciendo una mejor cohesión de la masa de concreto en estado fresco. Esto facilita la distribución de sus partes, lo que detiene la segregación y reduce la exudación entre un 3,53% y un 12,94%. La adición de fibras de acero ayudó a disminuir la cantidad de agrietamiento que se produjo cuando el plástico se contrajo. El mejor beneficio se observó cuando la relación agua-cemento fue de 0,40. El esfuerzo a compresión de un concreto varía entre un -7,51 % y 7,77 % al añadir 15 kg/m³ y 25 kg/m³ de fibras de acero. Al añadir 35 kg/m³ de fibras de acero, la resistencia del hormigón aumentó entre un 3,95 % y un 12,94 %. El 8,55 % del hormigón no contenía fibras. Las fibras de acero aumentan el esfuerzo a flexión de un concreto con una relación (A/C) de 0,50 y 0,60 en un 2,00 % y un 16,36 %, respectivamente. Sin embargo, no se observan cambios en el esfuerzo a flexión de un concreto con una relación (A/C) de 0,40.

Rebdon Cahuana y Acuña Estrada (2021), en su tesis *"Evaluación Comparativa de las Características Mecánicas de Compresión y Flexión entre un Concreto $f'_c = 210$ kg/cm² Aditivo con Fibra de Acero y un Concreto $f'_c = 210$ kg/cm²"*. Además de la Fibra de Polipropileno, compararon cómo la capacidad resistente a la compresión (f_c) y el módulo de rotura (M_r) del concreto incorporando fibras de acero y fibras de polipropileno cambiaron por sí solos. Para lo cual, se elaborarán especímenes en forma de cilindros (briquetas) y prismas (vigas). La experimentación evaluó especímenes con fibras de acero (CHO65/35 NB) y polipropileno (tipo PE) bajo esfuerzos de compresión y flexión. Las proporciones de acero variaron entre 2.7% y 10.9%, mientras que el polipropileno se dosificó entre 0.08% y 0.33% respecto al peso del cemento. Los resultados demostraron que la adición del 7% de fibras de acero superó en un 4.56% la resistencia a la compresión (f'_c) obtenida únicamente con fibras sintéticas.

Bajo el rigor de los antecedentes, se estructuró el sustento teórico necesario para validar esta investigación. El análisis parte de principios fundamentales de la ingeniería,

estableciendo la plataforma conceptual requerida para interpretar la interacción de los componentes en la matriz.

Concreto

Es la combinación compuesta por cemento Portland u otro cemento de carácter hidráulico, áridos finos, áridos gruesos y agua, a la que pueden añadirse o no aditivos, según lo establecido en la NTE E 060.

Es producto de la combinación de cemento Portland, árido fino, árido grueso, aire y agua, dosificados de manera adecuada con la finalidad de alcanzar mejoras en sus propiedades, entre las que destaca la capacidad resistente. La reacción del cemento y el agua se combinan entre sí para generar una sustancia heterogénea al unir las partículas del árido. En ocasiones, se añaden aditivos al hormigón para modificar o mejorar algunas de sus propiedades. (Abanto Castillo, 2009).

Componentes del concreto

Cemento portland

NTP 334.009 El cemento hidráulico se obtiene de la pulverización del Clinker, compuesto mayoritariamente por silicatos cálcicos. Durante la molienda, se integra sulfato de calcio como regulador de fraguado y, eventualmente, adiciones calizas para ajustar las propiedades del aglomerante.

Según Abanto (2009), El cemento Portland constituye un material de amplia disponibilidad en el mercado. Al ser combinado con agua, ya sea en conjunto con los otros materiales o de forma individual, reacciona lentamente con el agua para formar una masa endurecida. Se produce el Clinker un pulverizado con gran finura que se extrae finamente molido mediante la combustión de combinaciones de cal, alúmina, hierro y sílice a altas temperaturas en las cantidades adecuadas.

Tabla 1

Componentes del Clinker y sus contribuciones en el cemento.

Componente	Abreviación	Nivel de Reacción	Calor Liberado	Valor Último del Cemento
Silicato tricálcico	C3S	Medio	Medio	Bueno
Silicato dicálcico	C2S	Bajo	Pequeño	Bueno
Aluminato tricálcico	C3A	Rápido	Grande	Pobre
Aluminato Tetracálcico	C4AF	Lento	Pequeño	Pobre

Nota: reproducido de Aroste (2015)

Agua

Según Abanto (2009), El agua es el catalizador crítico que activa la hidratación del cemento, definiendo la reología de la mezcla en estado fresco. Su dosificación es el factor primordial que gobierna la resistencia final y la integridad microestructural del concreto endurecido.

Normativas del agua empleada para elaborar que el hormigón tiene que ser limpia y encontrarse sin concentraciones nocivas de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica y demás compuestos que podrían comprometer la integridad del hormigón o del acero. Asimismo, respecto a la calidad del agua destinada a la elaboración del concreto, resultará indispensable realizar un estudio químico con el propósito de verificar los resultados obtenidos con los valores máximos permitidos de sustancias químicas que debe contener el agua apta para la producción del hormigón, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 2

Especificaciones de calidad del agua

Sustancias Disueltas	Valor Máximo Admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
Potencial de Hidrógeno (pH)	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Nota: Reproducido de (Abanto Castillo, 2009)

Aire

Según Rivva (2000), Son las partículas de aire que se mezclan en la pasta como consecuencia de procesos propios de la aplicación, las cuales es el aire atrapado o aire natural, por haberse incorporado intencionalmente, en cuyo caso se denominan aire incorporado. Ambos nombres se refieren a lo mismo: burbujas de aire. Se dice que una mezcla contiene aire total cuando se suman los volúmenes de aire atrapado e integrado presentes en ella.

Aditivos

ACI 212, Según una definición, un aditivo es un material que se utiliza como componente adicional en hormigones o morteros e incorporando al concreto en el proceso del mezclado. Un aditivo no es agua, áridos ni cemento hidráulico.

Según Sánchez (2000), Hoy en día, se pueden utilizar aditivos modificando las cualidades del hormigón para que sea más adecuado para las condiciones de trabajo o por razones económicas. Esto es posible gracias a su uso. Desde un punto de vista funcional, existe una clasificación basada en lo siguiente:

Tabla 3

Tipos de aditivos químicos según la norma ASTM C-494

TIPO	Descripción
A	Aditivos reductores de agua
B	Aditivos retardantes
C	Aditivos acelerantes
D	Aditivos reductores de agua y retardantes
E	Aditivos reductores de agua y acelerantes
F	Aditivos reductores de agua de alto rango
G	Aditivos reductores de agua de alto rango y retardantes

Nota: Reproducido de la norma ASTM C-494

Agregados

Según Abanto (2009), Estos minerales inertes, denominados áridos, se utilizan en la producción de concreto y mortero combinándolos con aglomerantes (como cemento, cal, etc.) y agua. La relevancia que los áridos adquieren dentro de la mezcla de hormigón se explica, fundamentalmente, por el hecho de que estos materiales llegan a representar aproximadamente el 75% del volumen total de una composición estándar. Por lo tanto, es esencial que posean altos niveles de resistencia, durabilidad y resistencia a la intemperie. Además, la adhesión entre los áridos y la pasta de cemento puede verse comprometida por la presencia de impurezas tales como lodo, limo y materia orgánica, razón por la cual resulta indispensable garantizar que la superficie de dichos materiales se encuentre completamente libre de estas sustancias.

Agregados finos

NTP400. Es el agregado producido por desintegración natural o artificial, que se retiene en el tamiz especificado de 75 μm (n° 200) tras pasar por la malla estandarizada de 9.5 mm (3/8"). Debe cumplir con normativas.

Tabla 4*Requerimientos de granulometría para agregado fino*

Tamiz (Sistema Métrico)	Designación (Sistema ASTM)	Porcentaje que pasa (%)
9,5 mm	3/8 pulg	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 μ m	No. 30	25 a 60
300 μ m	No. 50	5 a 30
50 μ m	No. 100	0 a 10
75 μ m	No. 200	0 a 3,0 ^{A,B}

Nota: Reproducido de la Norma Técnica Peruana NTP 400.037;

- A. En el caso del hormigón no susceptible a la abrasión, el porcentaje máximo permitido de material con un grosor inferior al tamiz de 75 μ m (N° 200) no puede superar el 5 %.
- B. En el caso de agregados finos manufacturados o de origen reciclado, si el contenido que atraviesa el tamiz de 75 μ m consiste en polvo de trituración exento de arcillas o pizarras, se establecen límites diferenciados. Se permite un máximo de 5 % para pavimentos o elementos sujetos a procesos de abrasión, extendiéndose hasta un 7 % para estructuras convencionales sin requerimientos de resistencia al desgaste.

Agregado grueso:

Según Abanto (2009), La fragmentación espontánea de las rocas, ocasionada por la influencia de la temperatura y agentes del medio ambiente, da origen a pequeños fragmentos pétreos que, agrupados, conforman lo que se conoce como gravas; La grava se utiliza en diversas aplicaciones y se encuentran a menudo en lechos de ríos y canteras, donde se ha depositado de forma natural. Los bordes de cada trozo se han suavizado en mayor o menor medida y han perdido su filo. La grava tiene una densidad que oscila entre 1600 y 1700 kg/m³.

Tabla 5

Requisitos granulométricos para agregados gruesos

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 (⅜ pulg)	4.75 mm (No. 4)	2.36 m (No. 8)	1.18 m (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: Reproducido de la Norma Técnica Peruana NTP 400.037 Se permite la posibilidad de obtener concretos que cumplan con los niveles de calidad exigidos respalda el empleo de agregados gruesos que no se ajusten a las gradaciones establecidas, siempre y cuando dicha viabilidad esté sustentada en estudios debidamente certificados y aceptados por todas las partes implicadas.

Propiedades del concreto

Propiedades del concreto fresco

Según Gómez (2000), El concreto en estado fresco debe tener características que le permitan rellenar completamente el encofrado y los huecos que rodean el acero de refuerzo. Además, debe alcanzar una consistencia uniforme, sin de capsulas de aire o acumulaciones de agua atrapada.

Según Sánchez (2000), principalmente debido al hecho de que todas las características del hormigón en su forma endurecida dependen, en mayor o menor grado, de sus características en su estado fresco (plástico), particularmente en relación con los procedimientos de mezcla, transporte, colocación, compactación y acabado del hormigón.

Trabajabilidad

Según Abanto (2009), Es la que origina la ausencia de segregación y sangrado durante las distintas etapas de procesamiento del hormigón fresco y constituye el indicador que define la facilidad con la que este material puede ser mezclado, colocado, compactado y acabado.

ACI 211 Cuando se trata del concreto, se cree que es la propiedad la que determina si se puede fraguar y consolidar correctamente, así como si se puede completar sin ningún tipo de segregación adversa.

Consistencia

Según Rivva (2000), es aquella cualidad que es la trabajabilidad, la cual define la cantidad de humedad presente en el concreto según su grado de consistencia. Al aumentar la cantidad de agua en la mezcla, el hormigón fluiría con mayor facilidad durante el proceso de colocación. Existe una relación entre consistencia y trazabilidad, pero no son sinónimos. En el caso de los pavimentos, un concreto muy fluida tiene una buena una consistencia para pavimentos, mientras que un concreto menos fluida poco trabajable para edificios con alta concentración de acero puede tener un asentamiento plástica.

Existen:

- mezclas secas: cuando su asentamiento varía en 0 y 2plg (0mm a 50mm)
- mezcla plástica: cuando su asentamiento varía 3 y 4 plg (75mm a 100mm)
- mezclas fluidas; cuando su asentamiento varía 5 plg (mayor 125mm)

Cohesividad

Según Rivva (2000), La facilidad del manejo durante el proceso de compactación del hormigón, la prevención de rugosidades y la reducción del riesgo de segregación en

la etapa de colocación de la mezcla constituyen los principales atributos que caracterizan a esta propiedad del concreto fresco.

Segregación

Cuando esto sucede, las partículas gruesas de los agregados tienden a fracturarse o hundirse porque sus densidades son diferentes. Pasquel (1998).

Según Abanto (2009), La segregación es una característica del concreto nuevo que se refiere al proceso de descomposición del hormigón en sus componentes o, dicho de otro modo, a la separación del árido grueso del mortero. En el hormigón relleno, este fenómeno es perjudicial para el hormigón, ya que provoca bolsas de piedra, capas arenosas, formación de panales y otras características indeseables. La tasa de segregación está condicionada a la consistencia de la mezcla estableciéndose una relación directamente proporcional, de modo que dicho riesgo se incrementa en la medida en que el material presenta mayor contenido de humedad, y disminuye conforme este se encuentra en un estado más seco. Durante el diseño de la mezcla, es fundamental considerar constantemente la posibilidad de segregación. Este riesgo puede mitigarse aumentando la cantidad de cemento mejorando la uniformidad del concreto.

Exudación

Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi (2004) Es el afloramiento del agua hacia la parte superior del hormigón recién colocado como resultado de la deposición de partículas sólidas, se produce este fenómeno, también conocido como sangrado del hormigón.

NTP 339.077 El propósito de este método es determinar el impacto de diversos parámetros, como la composición, el tratamiento, la meteorización y otros elementos, en la segregación del agua en el concreto.

Tiempo De Fraguado

Se define el fraguado como la pérdida de trabajabilidad y adquisición de rigidez del material. Para determinar los tiempos de endurecimiento, es vital analizar la dinámica de interacción hidroquímica entre el agua y el cemento, la cual regula la formación de la microestructura del concreto. (Kosmatka et al., 2004, p. 6).

Peso unitario

Según Gómez (2000), Esta determinada por el TMN, el peso unitario, la gradación y la densidad de los áridos, del concreto fresco y endurecido también es el volumen de aire retenido en su interior, así como por el contenido de agua. y cementos presentes. El peso unitario del hormigón en estado fresco se ve afectado por la densidad y la cantidad

de cada árido. El peso unitario del concreto puede variar según el grado de saturación de las partículas antes de la mezcla cuando los áridos presentan una porosidad muy alta. Esto se debe a que la porosidad de los áridos puede fluctuar.

Propiedades en estado endurecido

Resistencia a la compresión

Según Sánchez (2000), En otras palabras, el esfuerzo del concreto es producto de la relación a/c, y cumple para cualquier combinación de componentes y circunstancias. Con base en esto, Duff Abrams desarrolló su famosa regla en 1918. Los materiales empleados y las condiciones de prueba utilizadas determinan el marco bajo el cual esta ley establece que la relación agua-cemento guarda una proporción inversamente con el esfuerzo alcanzada por el concreto cumplido con sus días de curados Para cuantificarlo, proporcionó la siguiente afirmación:

$$f'_c = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2$$
$$A = \frac{\pi * \emptyset^2}{4}$$

Donde:

A = área de la superficie donde se recibe la carga

P = carga que se aplica

$\emptyset$ = diámetro de molde

Diseño de mezclas

Según Gómez (2000), Para fabricar hormigón que cumpla con sus criterios en determinadas condiciones de uso, el objetivo del diseño de la mezcla es identificar la combinación de elementos más práctica y rentable. En estado fresco, los criterios más importantes para lograr un diseño de mezcla adecuado son la trabajabilidad y la economía. Por otro lado, los requisitos más importantes para el hormigón endurecido son la resistencia, la durabilidad, el acabado y, en ciertos casos, el peso unitario.

Pasos del diseño de mezclas plásticas ACI211:

- Elección de F'_{cr}
- Elección del SLUMP
- Elección del TMN
- Estimación de agua
- Estimación del aire
- Estimación de cemento

- Estimación de agregados
- Ajuste o corrección por humedad

Concreto con fibras

Concreto con fibras de acero

Según el componente principal empleado en la elaboración, las fibras de acero se clasifican de acuerdo con ASTM A 820-2006.

- Grupo 1: Alambres estirados en frío.
- Grupo 11: Láminas cortadas.
- Grupo 111: Extractos fundidos.
- Grupo IV: Otros.

Tabla 6

Características de las macrofibras de acero

Las características de la fibra		
Largo	Separación entre los extremos externos o extensión total de una fibra deformada una vez que ha sido estirada sin alterar su sección transversal.	mm / pulg
Diámetro equivalente	Medida del círculo cuya superficie equivale a la sección promedio de la fibra.	mm / pulg
Relación de aspecto	Longitud/diámetro equivalente	relación
Densidad lineal	Masa por unidad de longitud de filamento 1 denier = 1g/9000m	Denier
Densidad lineal	Masa por unidad de longitud de filamento 1 tex= 1g/1000m	Tex
Fuerza de ruptura	Fuerza máxima que puede resistir una fibra	kN, cN, lb, k
Fuerza de Tensión	Fuerza máxima dividida por el área transversal media	MPa/Psi
T tenacidad	Carga de fractura dividida entre la densidad lineal del material.	cN/tex
Alargamiento	Cociente entre la variación de longitud experimentada y la dimensión longitudinal original.	%
Módulo E	Inclinación inicial de la curva que relaciona la resistencia a la tracción con la elongación, o bien la pendiente de la curva tensión-deformación obtenida bajo esfuerzos de tracción.	GPa

Nota: Reproducido manual de concreto reforzado sikafiber

Concreto Con Fibra De Polipropileno

Para mejorar la durabilidad del concreto y el mortero, y evitar el agrietamiento, se utiliza una fibra multifilamento de polipropileno que se mezcla con estos materiales. La

fibra de copolímero es una fibra monofilamento, no fibrilada y completamente orientada. Su perfil le permite adherirse a la matriz cementicia. (Mendoza & Aire, 2011).

Podrás hacer uso de ellos incorporándolos al concreto para realzar las siguientes características:

- Resistencia a la fisuración.
- Resistencia al impacto
- Resistencia a flexo tracción
- Resistencia a la abrasión.

Tabla 7

Características de las fibras

Fibras	Diámetro (um)	Densidad (kg/m ³)	Módulo de Elasticidad (kN/mm ²)	Resistencia a la tracción (kN/mm ²)	Alargamiento en la ruptura (%)
Acero	5-500	7.84	200	0.5-2	0.5-3.5
Vidrio	9-15	2.60	70-80	0.2-4	2-3.5
Amianto	0.02-0.04	3.00	180	3.30	2-3
Polipropileno	20-200	0.90	5-7	0.5-0.75	8
Nylon	-	1.10	4	0.90	13-15
Polietileno	-	0.95	0.30	0.0007	10
Carbono	9	1.90	230	2.60	1
Kevlar	10	1.45	65-133	3.60	2.1-4
Acrílico	18	1.18	14-19.5	0.4-1	3

Nota: Reproducido Montalvo, 2015.

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque, tipo

Enfoque de investigación

La investigación cuantitativa es una metodología distintiva se caracteriza por los datos numéricos e instrumentos estadísticos para analizar fenómenos y abordar preguntas específicas. Se basa en la idea de recopilar datos medibles y utilizar herramientas cuantitativas para encontrar patrones, establecer conexiones y generalizar los resultados. La comprensión del comportamiento humano constituye el fin hacia el cual se orienta la técnica cuantitativa, la cual se vale de la recopilación de datos y su posterior análisis estadístico como herramientas fundamentales para alcanzar dicho propósito. Este método también permite utilizar resultados de muestras representativas de la población en su conjunto. (Creswell, 2014).

Tipo de investigación.

La aplicación de teorías y métodos orientados a la resolución de problemas concretos y prácticos define la naturaleza de la investigación aplicada como modalidad investigativa. Su objetivo principal es generar conocimientos que puedan ser utilizados directamente en situaciones del mundo real, en lugar de centrarse exclusivamente en la teoría. Este tipo de investigación busca responder preguntas concretas y abordar desafíos prácticos, la tecnología y desarrollo social". "La investigación aplicada busca resolver problemas concretos y prácticos a través de la aplicación de conocimientos teóricos, contribuyendo al avance de la ciencia y al bienestar social" (Creswell, 2014).

De acuerdo con la investigación explicativa tiene como objetivo principal entender las relaciones de causa y efecto entre fenómenos. Se centra en responder preguntas sobre por qué ocurren ciertos eventos y cómo se relacionan entre sí. Este enfoque es especialmente útil para profundizar en fenómenos que no han sido estudiados en detalle o que requieren una mayor comprensión de sus causas y consecuencias.

2.2. Diseño de investigación

Este estudio se clasifica como experimental, lo que implica que el investigador altera una o más variables para observar su impacto. En este caso, se examinará cómo la integración de fibras de acero y polipropileno en el concreto tiene un efecto sobre las propiedades mecánicas. La investigación experimental fue adecuada para este análisis, ya que permitió establecer relaciones causales con un alto grado de certeza" (Hernández et al., 2019).

2.3. Población y muestra

Población

La presente investigación utilizará el concreto estructural en Ayacucho 2025. Hernández et al. (2014), “establecen que cuando hablamos de una población de estudio, nos referimos a todos aquellos elementos, ya sean personas u objetos, que comparten entre sí rasgos o características particulares y sobre los cuales se centra una investigación específica. Los autores enfatizan la importancia crucial de establecer con precisión los límites y características de esta población, pues de ello dependerá que los hallazgos de la investigación sean verdaderamente válidos y que puedan aplicarse de manera efectiva.

Dentro del alcance de la investigación, la población está constituida por todos los especímenes de concreto estructural con $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ que pueden ser fabricados bajo las condiciones específicas del estudio en Ayacucho durante el año 2025”.

Tamaño de la muestra

En esta investigación se implementará una metodología de muestreo no probabilístico. Este tipo de muestreo se establecieron criterios específicos para la selección de la muestra basándose, por un lado, para comprobar la fuerza de compresión, se siguieron los lineamientos establecidos en las normas MTC E704, ASTM C39 y NTP 339.034. De manera similar, para las pruebas de resistencia a la flexión, se aplicaron las especificaciones detalladas en las normas MTC E709, ASTM C78 y NTP 339.078, como explica” Ortega (2018). El estudio se va a diseñar para analizar dos grupos distintos: un grupo que no recibe ningún tratamiento y un grupo que sí lo recibe. Para cada grupo, se realizaron pruebas tanto de compresión como de flexión. Las pruebas de compresión se efectuarán en tres momentos diferentes: a los 7, 14 y 28 días, utilizándose tres probetas para cada período de tiempo. Por su parte, las pruebas de flexión se realizaron únicamente a los 28 días, empleando tres vigas para cada grupo.

Tabla 8

Tamaño de muestras de testigos para prueba a compresión

GRUPOS		7 días	14 días	28 días	Total
G1	Patron + 0kg/m ³ F. polipropileno + 0kg/m ³ F.acero	3	3	3	9
G2	Patron + 0,5kg/m ³ F. polipropileno + 10kg/m ³ F.acero)	3	3	3	9
G3	Patron + 0,65kg/m ³ F. polipropileno + 18, 75kg/m ³ F.acero	3	3	3	9
G4	Patron + 0,75kg/m ³ F. polipropileno + 27, 5kg/m ³ F.acero	3	3	3	9
TOTAL COMPRESIÓN		12	12	12	36

Nota. Grupos de control de 9 unidades de probetas cilíndricas para su análisis a compresión en tres días diferentes (7, 14, 28).

2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

De acuerdo con la definición propuesta por Supo (2023), el proceso de medición constituye una metodología sistemática para la recolección de datos basada en la observación estructurada. En todo proceso de observación científica intervienen tres elementos fundamentales: el sujeto que realiza la observación, el objeto o fenómeno que está siendo observado, y los instrumentos o medios empleados para llevar a cabo dicha observación. En el contexto específico de esta investigación, este marco conceptual se aplicó al estudio comparativo de concretos estructurales, donde se emplearon instrumentos y metodologías especializadas para evaluar el rendimiento mecánico de dos tipos de concretos: aquellos reforzados con fibras de acero y aquellos sin este refuerzo.

Instrumento

Los instrumentos de recolección de datos constituyen una parte fundamental del proceso investigativo, pues son los medios que permiten obtener información específica y confiable para que se puedan responder las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos establecidos. Como señalan Hernández y colaboradores en 2019, estos instrumentos funcionan como herramientas metodológicas que el investigador emplea para recopilar datos de manera sistemática, pudiendo estos ser de naturaleza tanto cualitativa como cuantitativa. Los autores indican que existe una amplia gama de instrumentos disponibles, que abarca desde métodos tradicionales como cuestionarios y entrevistas, hasta herramientas más específicas como escalas de medición y protocolos de observación estructurada. En esta investigación, la recolección de datos se llevó a cabo mediante el método de observación sistemática. Este enfoque metodológico, como lo define Flick (2022), es un método de recopilación de información o fuentes de datos que se fundamenta en la observación directa de los fenómenos estudiados, distinguiéndose por emplear una metodología estandarizada y controlada. Esta característica es particularmente valiosa ya que facilita tanto la reproducibilidad de los experimentos como la comparabilidad de los resultados obtenidos. La observación sistemática empleada en este estudio se distingue significativamente de la observación no estructurada por su nivel de rigor metodológico. Mientras que la observación no estructurada puede ser más flexible y abierta, el método sistemático utilizado se caracterizó por el uso de protocolos predefinidos y herramientas específicamente creados con el propósito de capturar y analizar datos observados.

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Esta investigación tiene un proceso de análisis estadísticos se ejecutó siguiendo un protocolo riguroso que comprendió tres etapas principales. En la fase inicial, se realizó un análisis descriptivo exhaustivo de los datos recopilados, lo cual permitió comprender en profundidad la naturaleza y distribución de la información obtenida, así como identificar sus características esenciales. La segunda fase se centró en la aplicación de análisis porcentual comparativo, donde se implementaron diversas pruebas estadísticas avanzadas. Estas pruebas fueron fundamentales para examinar tanto las correlaciones entre las variables estudiadas como las diferencias significativas que pudieran existir entre ellas, permitiendo así poner a prueba la hipótesis de investigación planteada. En la etapa final, se realizó el proceso de interpretación de los resultados. Este proceso implicó la contextualización de los hallazgos estadísticos dentro del marco general del estudio, lo que permitió formular conclusiones robustas y bien fundamentadas. Esta metodología sistemática y meticulosa no solo aseguró la precisión y confiabilidad de los resultados, sino que también contribuyó a expandir el conocimiento existente en el campo de estudio.

2.6. Aspectos éticos en investigación

Su conducción ética de una investigación es fundamental no solo para garantizar su integridad y validez científica, sino también para asegurar la protección de todos los participantes y del entorno ambiental. En este estudio, se implementó un marco ético integral que abarcó múltiples niveles de normatividad y regulación. El proceso investigativo se rigió por tres marcos éticos principales. En primer lugar, se adhirió a los lineamientos específicos establecidos por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad Católica de Trujillo. Complementariamente, se siguieron los principios fundamentales establecidos en la Declaración de Helsinki, que constituye un referente internacional para la conducción ética de investigaciones científicas. Finalmente, el estudio se alineó con las normativas nacionales vigentes en lo que respecta a los campos de la ingeniería de construcción y transporte, asegurando así el cumplimiento de los estándares técnicos y éticos específicos del sector.

III. RESULTADOS

Previo al desarrollo del diseño de mezcla y al análisis del comportamiento del concreto con adiciones, resulta imperativo ejecutar una caracterización física y mecánica integral de los componentes. Por consiguiente, en esta sección se detallan las propiedades de cada insumo, asegurando que cumplan con las exigencias de las normas NTP y ASTM.

Cemento portland tipo I

El cemento usado para este proyecto fue CEMENTO ANDINO PREMIUN tipo I de 42.5kg, cuyas bolsas fueron almacenadas tomando en cuenta lo que indica la norma ASTM C 150:2000 así como también la ficha técnica de la UNACEM.

Agua

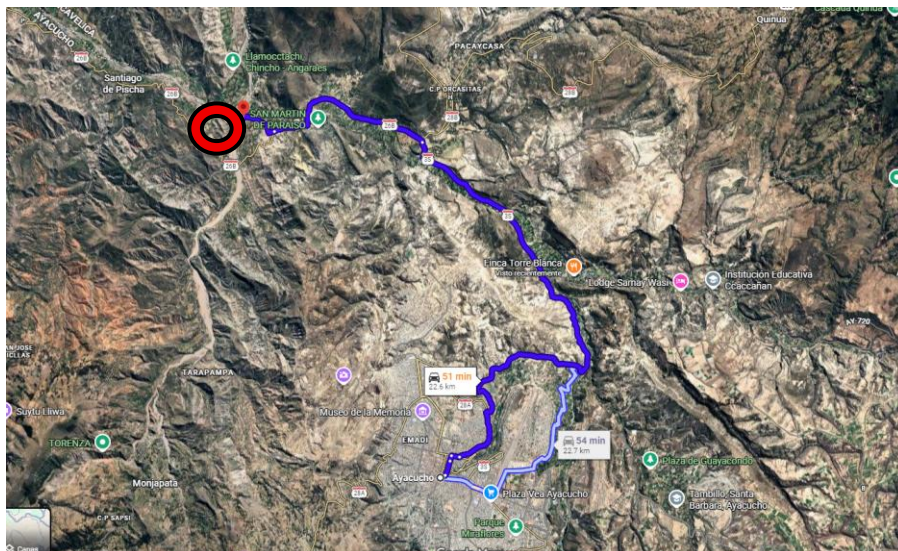
El agua que se usó para este trabajo fue, agua potable suministrada por SEDA AYACUCHO.SA

Agregados:

La obtención de los materiales granulares, que comprenden tanto el agregado fino como el grueso, se realizó a partir de la unidad de explotación “Chillico – La Moderna”. Esta fuente de abastecimiento se localiza estratégicamente en el kilómetro 16.4 de la vía que conecta Ayacucho con Huanta, abarcando jurisdicciones de los distritos de Pacaycasa y Santiago de Pischa, dentro de la provincia de Huamanga. En cuanto a su metodología de extracción, la cantera opera bajo un sistema de ciclo abierto,

Figura 1

Ubicación de la cantera LA MODERNA-RIO CACHI



Nota: Ubicado a 16.4km de la carretera Ayacucho huanta en la provincia de Huamanga, distrito de Pacaycasa y distrito de Santiago de Pischa.

Cuyas especificaciones y características de dichos se presentan a continuación:

Materiales

Tabla 9

Especificaciones del cemento portland tipo I

Marca	Tipo	Peso específico	Superficie específica
ANDINO	Portland Tipo I	3,12kg	3300kg/cm ³

Agregados

Tabla 10

Especificaciones del agregado grueso y fino de la cantera CHILLICO-LA MODERNA

Tipo	Material	Perfil	Tamaño Máximo	Tam. Máx. Nominal	Cantera
FINO	ARENA	SUB ANGULOSO	-	-	RIO CACHI
GRUESO	GRAVA CHANCADA	ANGULOSO	1"	3/4"	RIO CACHI

Ítem	Características	Unidad	Agregado Fino	Agregado Grueso
1	Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1687	1368
2	Peso unitario compacto seco	kg/m ³	1807	1568
3	Peso específico de masa	g/cm ³	2,51	2,62
4	Contenido de humedad	%	3,37	0,82
5	Absorción	%	2,00	1,08
6	Módulo de fineza	-	2,96	6,87
7	Push	kg/m ³	1743	1379

Nota: Elaboración propia: Obtenidos de los ensayos de los apartados anteriores.

Una vez establecido las propiedades y características de los materiales que, si cumplan con la normativa, procedemos a realizar el diseño de mezcla de concreto para lo cual se realizó por tres métodos:

- Mezcla plástica ACI-211
- Método global
- Módulo de fineza

Cuyo promedio final en m³ fue el siguiente:

Tabla 11*Proporción en peso por m³ (concreto patrón + adiciones)*

Diseño de Mezcla			
Cemento Kg/m ³	Agregado Fino Kg/m ³	Agregado Grueso Kg/m ³	Agua L/m ³
358.60	852.06	874.84	196.04
1.00	2.00	2.60	23.23

Tabla 12*Proporción en peso por m³ para volúmenes de ensayo tanto prismáticas como cilíndricas.*

Material	Unidad	Probeta (4" x 8") Vol. 0.00164 m³
Cemento	Kg	0.591
Agregado Fino	Kg	1.404
Agregado Grueso	Kg	1.441
Agua	L	0.323

Tabla 13*Proporción en peso por m³ para volúmenes de ensayo 9 cilíndricas.*

Cuadro de Dosificaciones de Diseño de Mezcla con adición (9 probetas)					
Materiales	Unidad	Concreto patrón	Concreto con 0.5kg/m³FP + 10kg/m³fa	Concreto con 0.65kg/m³FP + 18.75kg/m³FA	Concreto con 0.75kg/m³FP + 27.5kg/m³FA
Cemento	Kg	5.317	5.317	5.317	5.317
Agregado Fino	Kg	12.633	12.633	12.633	12.633
Agregado Grueso	Kg	12.971	12.971	12.971	12.971
Agua	Lt	2.907	2.907	2.907	2.907
fibra de polipropileno	g	0	7.413	9.637	11.120
Fibra de acero	kg	0	0.148	0.278	0.408

Resultados del concreto patrón

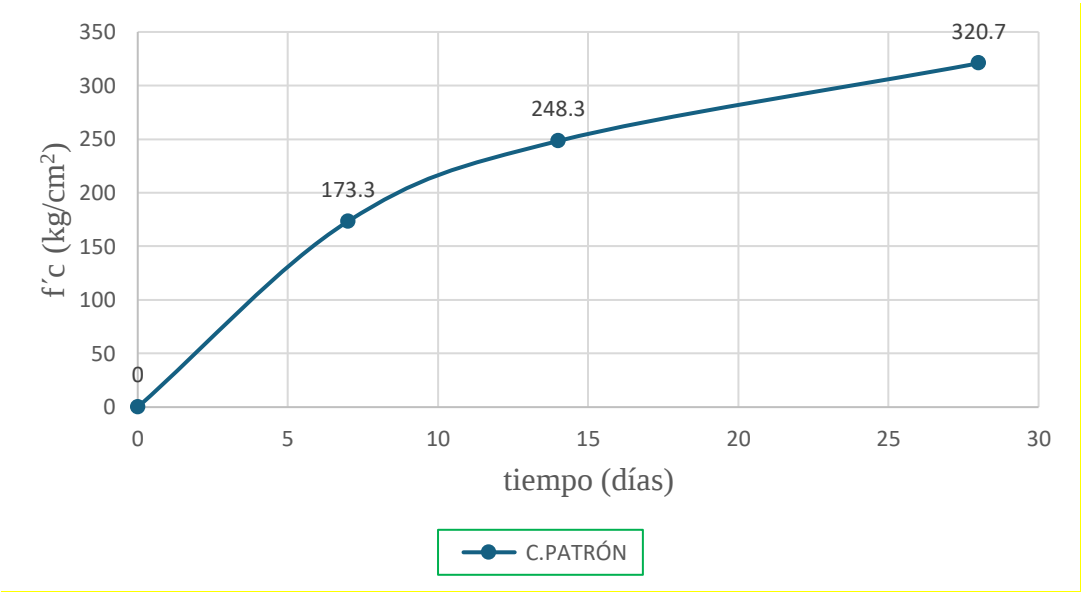
Tabla 14

Resistencia a la compresión del CONCRETO PATRON

Muestra	fecha de moldura	fecha de rotura	diámetro testigo (cm)	altura de testigo (cm)	lectura en kg	resistencia de diseño (kg/cm2)	resistencia obtenida (kg/cm2)	% de resistencia obtenida
7 días de curado								
1	11/10/2025	18/10/2025	10.16	20.32	15712.02	210	193.8	92.3%
2			10.16	20.32	13117.67	210	161.8	77.0%
3			10.16	20.32	13312.25	210	164.2	78.2%
14 días de curado								
4	11/10/2025	25/10/2025	10.16	20.32	21792.53	210	268.8	128.0%
5			10.16	20.32	19198.18	210	236.8	112.8%
6			10.16	20.32	19392.75	210	239.2	113.9%
28 días de curado								
7	11/10/2025	08/11/2025	10.16	20.32	25684.05	210	316.8	150.9%
8			10.16	20.32	26373.17	210	325.3	154.9%
9			10.16	20.32	25951.59	210	320.1	152.4%

Figura 2

Crecimiento de la resistencia a la compresión vs tiempo de curado del CONCRETO PATRON



Los resultados que muestra la tabla 14 indican que, al séptimo día de curado, las probetas alcanzaron un valor medio de resistencia de 173.3 kg/cm², representando el 82.5% del f_c de diseño. A los 14 días de curado, el valor medio de resistencia obtenida fue de 248.3 kg/cm², equivalente al 118.2% del f_c. Finalmente, a los 28 días de curado, las probetas registraron un valor medio de resistencia de 320.7 kg/cm², representando el 152.7% del f_c de diseño. A la vez se observa, el concreto patrón presenta una evolución progresiva y sostenida de la resistencia a la compresión conforme avanza el tiempo de curado, superando el f_c de diseño de 210 kg/cm² a partir de los 14 días y consolidándose a los 28 días con un valor promedio de 320.7 kg/cm², lo cual servirá como línea base de comparación frente a las mezclas con adición de fibras de acero y polipropileno

Resultado del objetivo 1

Determinar la influencia de las fibras de acero a 10kg/m³ de adición y fibras de polipropileno a 0.5kg/m³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.

Tabla 15

Resistencia a la compresión del CONCRETO PATRON + 0.5kgFP + 10kgFA

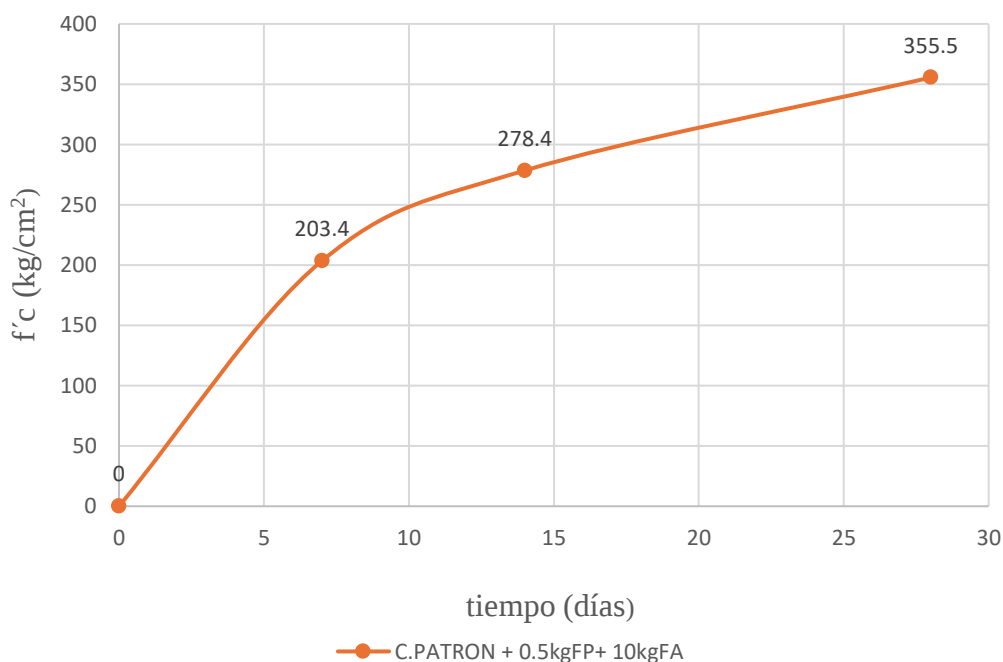
Muestra	fecha		diámetro testigo (cm)	altura de testigo (cm)	lectura en kg	resistencia de diseño (kg/cm2)	resistencia obtenida (kg/cm2)	% de resistencia obtenida
	moldeo	rotura						
7 días de curado								
1	13/10/2025	20/10/2025	10.16	20.32	14949.93	210	184.4	87.8%
2			10.16	20.32	17252.42	210	212.8	101.3%
3			10.16	20.32	17276.74	210	213.1	101.5%
14 días de curado								
4	13/10/2025	27/10/2025	10.16	20.32	21030.44	210	259.4	123.5%
5			10.16	20.32	23332.92	210	287.8	137.0%
6			10.16	20.32	23357.24	210	288.1	137.2%
28 días de curado								
7	13/10/2025	10/12/2025	10.16	20.32	28691.87	210	353.9	168.5%
8			10.16	20.32	29008.06	210	357.8	170.4%
9			10.16	20.32	28764.84	210	354.8	169.0%

Nota: Elaboración propia; no muestra el resultado de los tres grupos de control del CONCRETO PATRON + 0.5kgFP + 10kgFA que fueron ensayados en los días 7 14 y 28

Figura 3

Crecimiento de la resistencia a la compresión vs tiempo de curado del CONCRETO

PATRON + 0.5kgFP + 10kgFA



La Tabla 15 presenta los resultados del ensayo de resistencia a la compresión del concreto patrón adicionado con 0.5 kg de fibra de polipropileno (FP) y 10 kg de fibra de acero (FA), evaluado a las edades de 7, 14 y 28 días según la normativa NTP 339.034. A al séptimo día de curado, la mezcla alcanzó un valor medio de resistencia de 203.4 kg/cm^2 , lo que representa el 96.8% de valor de resistencia de referencia ($f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$). Este resultado es altamente positivo para la eficiencia de este en obra, ya que la mezcla logra casi la totalidad de su capacidad nominal en solo una semana, superando el comportamiento del concreto patrón gracias a la capacidad de las fibras para controlar la micro fisuración plástica y mejorar la cohesión de la matriz en estado joven. A los 14 días de curado, el valor medio de resistencia se elevó a 278.4 kg/cm^2 , alcanzando el 132.57% de valor de resistencia de referencia. Este incremento sostenido demuestra una transición efectiva hacia el estado endurecido, donde el refuerzo multidireccional de las fibras metálicas comienza a actuar como un puente de transferencia de esfuerzos internos y, por último, a los 28 días, la mezcla registró su valor máximo de 355.5 kg/cm^2 , representando el 169.28% del f'_c de diseño. Este valor supera ampliamente los requerimientos estructurales convencionales, confirmando que la combinación híbrida de fibras de polipropileno y acero no solo incrementa la tenacidad, sino que eleva significativamente el límite de rotura por compresión. En la gráfica 3, nos muestra la evolución de la

resistencia en una trayectoria ascendente continua. Entre los 7 y 14 días se produjo un crecimiento absoluto de 75.0 kg/cm^2 (+36.8%), mientras que en la etapa final (14 a 28 días) la ganancia fue de 77.1 kg/cm^2 (+27.7%). A diferencia de las mezclas convencionales que tienden a estabilizarse rápidamente después de la segunda semana, esta combinación de fibras permite una ganancia de resistencia vigorosa y constante durante todo el proceso de maduración, consolidándose como una solución óptima para elementos estructurales que demandan alta ductilidad y capacidad de carga.

Prueba de Normalidad

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad, dado que el tamaño de la muestra por grupo es inferior a 50 unidades. El análisis se ejecutó con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Se plantaron las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): No existe influencia significativa de la adición de 0.5 kg/m^3 fibra de polipropileno más 10 kg/m^3 fibra de acero en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Hipótesis alternativa (H_1): Existe influencia significativa de la adición de 0.5 kg/m^3 fibra de polipropileno más 10 kg/m^3 fibra de acero en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Criterios de decisión:

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

Tabla 16

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la dimensión de Resistencia a la Compresión del concreto con adición $0.5 \text{ kg/m}^3 \text{FP} + 10 \text{ kg/m}^3 \text{FA}$

Pruebas de normalidad						
días de curado	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	184Sig.
resistencia a kg/cm^2	7	0.382	3	0.758	3	0.017
	14	0.382	3	0.758	3	0.017
	28	0.301	3	0.912	3	0.424

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: La evaluación de la normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk permitió identificar una evolución en la configuración de los datos proporcional al avance de la hidratación de la matriz. En las edades de 7 y 14 días, se obtuvieron coeficientes de $W =$

0.758 con una significancia de $p = 0.017$. Dado que este valor es inferior al nivel crítico de 0.05, se rechazó la hipótesis nula, evidenciando que en etapas tempranas la resistencia no se distribuye de forma normal. Este fenómeno se atribuye a que, en estadios iniciales, la matriz cementante aún se encuentra en un proceso de consolidación activa, donde la interacción entre las fibras híbridas y los agregados genera una dispersión de datos atípica. Por el contrario, al alcanzar la madurez técnica a los 28 días, el análisis arrojó un $p = 0.424$ ($W = 0.912$), indicando una transición hacia la estabilidad estadística. Este comportamiento mixto, donde la normalidad se ausenta en las dos primeras fases, invalida el uso de pruebas paramétricas como el ANOVA, que exige homocedasticidad y normalidad uniforme. En consecuencia, para garantizar la integridad científica del estudio, se optó por la Prueba de Kruskal-Wallis, la cual permite comparar las medianas de resistencia con un enfoque no paramétrico altamente confiable.

Tabla 17

Análisis de pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis

Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	
N total	9
Estadístico de prueba	7.200 ^a
Grado de libertad	2
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.027

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Nota: De acuerdo con los hallazgos detallados en la Tabla 17, el análisis mediante la prueba de Kruskal-Wallis arrojó un estadístico de contraste $H = 7.200$ con 2 grados de libertad. El valor de significancia asintótica obtenido fue de $p = 0.027$, cifra que al situarse por debajo del umbral crítico de 0.05, conduce al rechazo de la hipótesis nula. Este resultado estadístico es determinante, ya que confirma la existencia de discrepancias significativas en los valores de resistencia a la compresión entre las distintas edades de control. En consecuencia, se valida que el proceso de maduración cronológica del concreto reforzado no es uniforme, y que el tiempo de curado actúa como una variable crítica que altera sustancialmente el desempeño mecánico de la matriz.

Resultado del objetivo 2

Determinar la influencia de las fibras de acero a 18.75kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.65kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.

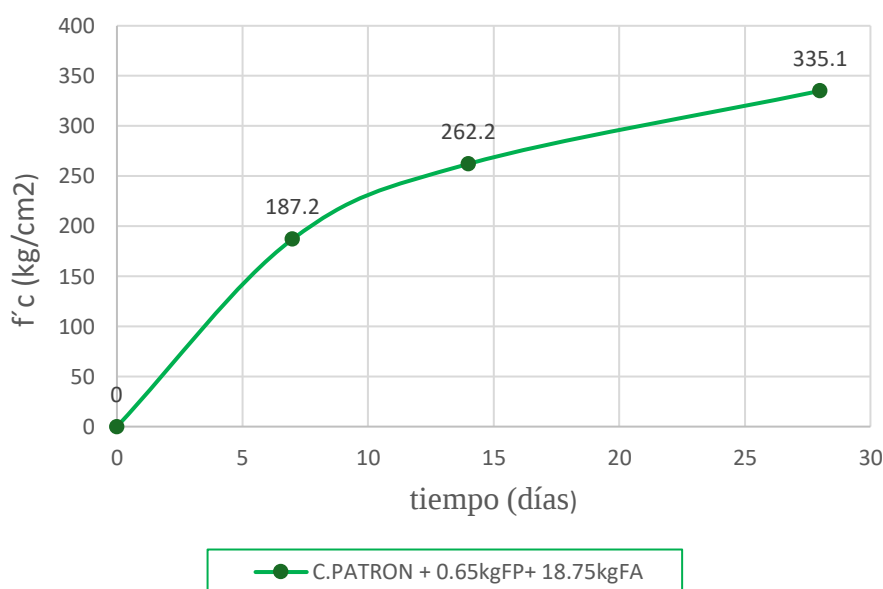
Tabla 18*Resistencia a la compresión del CONCRETO PATRON + 0.65kgFP + 18.75kgFA*

Muestra	fecha		diámetro testigo (cm)	altura de testigo (cm)	lectura en kg	resistencia de diseño (kg/cm2)	resistencia obtenida (kg/cm2)	% de resistencia obtenida
	moldeo	rotura						
7 días de curado								
1	15/10 /2025	22/10 /2025	10.16	20.32	15776.88	210	194.6	92.7%
2			10.16	20.32	15809.31	210	195	92.9%
3			10.16	20.32	13952.73	210	172.1	82.0%
14 días de curado								
4	15/10 /2025	29/10 /2025	10.16	20.32	21857.38	210	269.6	128.4%
5			10.16	20.32	21889.81	210	270	128.6%
6			10.16	20.32	20033.23	210	247.1	117.7%
28 días de curado								
7	15/10 /2025	15/10 /2025	10.16	20.32	26900.15	210	331.8	158.0%
8			10.16	20.32	27459.56	210	338.7	161.3%
9			10.16	20.32	27143.37	210	334.8	159.4%

Nota: Elaboración propia; no muestra el resultado de los tres grupos de control del CONCRETO PATRON + 0.65kgFP + 18.75kgFA que fueron ensayados en los días 7 14 y 28

Figura 4

Crecimiento de la resistencia a la compresión vs tiempo de curado del CONCRETO PATRON + 0.65kgFP + 18.75kgFA



La Tabla 18 detalla los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión de la mezcla reforzada con una dosificación incrementada de 0.65 kg de fibra de polipropileno (FP) y 18.75 kg de fibra de acero (FA), evaluada a los 7, 14 y 28 días de curado bajo la normativa NTP 339.034. A al séptimo día de curado, la mezcla alcanzó un valor medio de resistencia de 187.2 kg/cm², lo que representa el 89.16% de valor de resistencia de referencia ($f'_c = 210$ kg/cm²). Aunque esta ganancia inicial es ligeramente

menor a la observada en dosificaciones de fibras más bajas, se mantiene una evolución eficiente, logrando casi el 90% de la capacidad nominal en la primera semana gracias al control temprano de la contracción plástica aportado por el incremento en la fibra de polipropileno; mientras que a los 14 días de curado, la valor medio de resistencia ascendió a 262.2 kg/cm², alcanzando el 124.87% de valor de resistencia de referencia, lo que evidencia que la maduración de la matriz cementante permite una transferencia de carga más efectiva hacia el refuerzo metálico y, por último, a los 28 días curado, la mezcla registró un valor medio de resistencia de 335.1 kg/cm², representando el 159.57% del f_c especificado. Es importante notar que, si bien esta mezcla supera ampliamente al concreto patrón, el valor final es ligeramente inferior a mezclas con menor contenido de fibra de acero, lo que sugiere que una saturación excesiva de refuerzo metálico podría generar una ligera porosidad en la matriz que limita el techo de resistencia a la compresión simple, aunque incrementa significativamente la ductilidad. En la gráfica 4 la mezcla presenta una trayectoria ascendente sostenida. El incremento absoluto más representativo se dio entre los 7 y 14 días (+75.0 kg/cm²), reflejando una intensa fase de hidratación y anclaje mecánico de las fibras. Entre los 14 y 28 días, el crecimiento relativo fue del 27.8%, confirmando que el refuerzo híbrido masivo proporciona una ganancia de resistencia constante durante todo el proceso de curado. Este comportamiento posiciona a esta dosificación como una alternativa viable para elementos estructurales donde el control de la deformación y la resistencia residual sean tan críticos como la capacidad de carga última.

Prueba de Normalidad

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad, dado que el tamaño de la muestra por grupo es inferior a 50 unidades. El análisis se ejecutó con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Se plantaron las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): No existe influencia significativa de la adición de 0.65kg/m³ fibra de polipropileno más 18.75kg/m³ fibra de acero en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Hipótesis alternativa (H_1): Existe influencia significativa de la adición de 0.65kg/m³ fibra de polipropileno más 18.75kg/m³ fibra de acero en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Criterios de decisión:

- Si $p > 0,05 \rightarrow$ se asume normalidad (pruebas paramétricas)

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

Tabla 19

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la dimensión de Resistencia a la Compresión del concreto con adición $0.65\text{kg/m}^3\text{FP} + 18.75\text{kg/m}^3\text{FA}$

días de curado	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
resistencia kg/cm ²	7	0.380	3	0.763	3	0.029
	14	0.380	3	0.763	3	0.029
	28	0.201	3	0.994	3	0.856

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: El análisis detallado de la distribución de las muestras, basado en los resultados de la prueba de normalidad, revela una evolución estadística intrínsecamente ligada al grado de madurez del concreto. En las edades de 7 y 14 días, los ensayos arrojaron un valor de significancia de 0.029. Al ser este resultado inferior al nivel de significancia preestablecido de $\alpha = 0.05$, se procedió a la invalidación de la hipótesis nula de normalidad. Este comportamiento sugiere que, en etapas tempranas, la resistencia mecánica presenta una dispersión irregular, fenómeno que puede asociarse a la heterogeneidad de la matriz cementante durante sus reacciones exotérmicas iniciales y al reordenamiento aleatorio de las fibras de acero y polipropileno. Sin embargo, al alcanzar los 28 días, la estabilidad de la matriz se traduce en un valor de $p = 0.856$ y un coeficiente $W = 0.994$, lo que ratifica una distribución gaussiana con una alta correlación. Dado que la normalidad es un requisito sine qua non para el empleo de estadísticas paramétricas, y considerando que este supuesto se infringe en dos de los tres grupos evaluados, se determinó que el ANOVA no garantizaría resultados confiables. En consecuencia, se optó por la Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, la cual permite una comparación de medianas de resistencia con un rigor científico adecuado para datos con variabilidad dispar.

Tabla 20

Análisis de pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis

Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	
N total	9
Estadístico de prueba	7.200 ^a
Grado de libertad	2
Sig. asintótica (prueba bilateral)	0.027

a. Las estadísticas de prueba se ajustan para empates.

Nota: Debido a que algunas series de datos en las etapas iniciales de curado no mostraron una distribución normal perfecta, se procedió a realizar la prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes. Esta prueba permite verificar si existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia del concreto a través de las diferentes edades de curado (7, 14 y 28 días) sin asumir una distribución normal de los datos. Los resultados presentados en la Tabla 21 muestran un estadístico de prueba de $H = 7.200$ con

2 grados de libertad para un total de 9 muestras analizadas por grupo. El valor de Significancia Asintótica $p=0.027$, al ser el valor de significancia menor al nivel de error admitido de $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula. Esto demuestra de manera fehaciente que existe una diferencia significativa en los rangos de resistencia del concreto reforzado entre los diferentes periodos de curado.

Resultado del objetivo 3

Determinar la influencia de las fibras de acero a 27.5kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.75kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.

Tabla 21

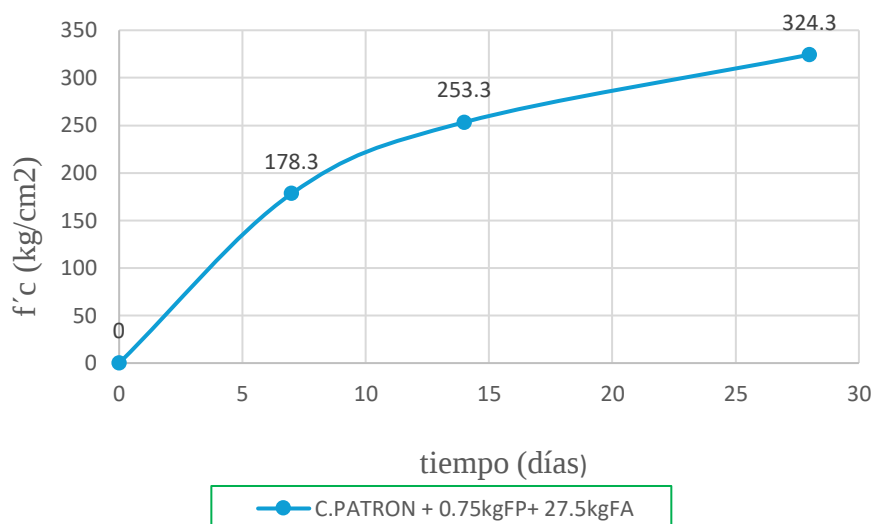
Resultados del ensayo a compresión del CONCRETO PATRON + 0.75kgFP + 27.5kgFA

Muestra	fecha		diámetro testigo (cm)	altura de testigo (cm)	lectura en kg	resistencia de diseño (kg/cm²)	resistencia obtenida (kg/cm²)	% de resistencia obtenida
	moldeo	rotura						
7 días de curado								
1	15/10 /2025	22/10 /2025	10.16	20.32	14949.93	210	184.4	87.8%
2			10.16	20.32	14025.70	210	173	82.4%
3			10.16	20.32	14398.63	210	177.6	84.6%
14 días de curado								
4	15/10 /2025	29/10 /2025	10.16	20.32	21030.44	210	259.4	123.5%
5			10.16	20.32	20106.20	210	248	118.1%
6			10.16	20.32	20479.14	210	252.6	120.3%
28 días de curado								
7	15/10 /2025	15/10 /2025	10.16	20.32	26081.31	210	321.7	153.2%
8			10.16	20.32	26365.07	210	325.2	154.9%
9			10.16	20.32	26438.03	210	326.1	155.3%

Nota: Elaboración propia; no muestra el resultado de los tres grupos de control del CONCRETO PATRON + 0.75kgFP + 27.5kgFA que fueron ensayados en los días 7 14 y 28

Figura 5

Crecimiento de la resistencia a la compresión vs tiempo de curado del CONCRETO PATRON + 0.75kgFP + 27.5kgFA



La Tabla 21 presenta los resultados obtenidos derivados de la evaluación de carga axial en el concreto con adición de fibras, con la dosificación máxima de la investigación, compuesta por 0.75 kg de fibra de polipropileno (FP) y 27.5 kg de fibra de acero (FA), evaluada a las edades de 7, 14 y 28 días según la normativa NTP 339.034. A al séptimo día de curado, la mezcla alcanzó un valor medio de resistencia de 178.33 kg/cm², lo que representa el 84.92% de valor de resistencia de referencia ($f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$). Se observa que, a pesar de contar con el mayor volumen de fibras, la ganancia de resistencia temprana es ligeramente inferior a las mezclas con menor contenido metálico, lo cual puede atribuirse a una mayor dificultad en la acomodación de los agregados debido a la alta densidad de fibras en estado fresco; mientras que, a los 14 días de curado, el valor medio de resistencia se elevó a 253.33 kg/cm², logrando el 120.63% de la meta de diseño. Este incremento confirma que el refuerzo híbrido masivo comienza a aportar una capacidad de carga significativa una vez que la matriz de concreto ha desarrollado una adherencia suficiente con la superficie de las fibras; y por último a los 28 días de curado, la mezcla registró un valor medio de resistencia de 324.33 kg/cm², lo que equivale al 154.44% del f'_c especificado. Aunque este valor supera ampliamente al concreto patrón, es el más bajo de las tres mezclas experimentales con fibras a esta edad, sugiriendo que superar la cantidad de 20 kg por m³ de FA genera una saturación que no incrementa linealmente la resistencia a la compresión, aunque sí potencia la tenacidad post-fisuración. Desde la perspectiva del crecimiento relativo, la mezcla muestra una evolución ascendente continua, con un incremento absoluto de 75.0 kg/cm² entre los 7 y 14 días, y de 71.0 kg/cm² hacia los 28 días. Este comportamiento demuestra que, si bien la mezcla es menos eficiente en compresión pura que las dosificaciones intermedias, garantiza una integridad estructural robusta y una resistencia muy superior a los requerimientos normativos

convencionales. Estos resultados son fundamentales para proponer esta dosificación en elementos estructurales sometidos a altos niveles de impacto o abrasión en la región de Ayacucho.

Prueba de Normalidad

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad, dado que el tamaño de la muestra por grupo es inferior a 50 unidades. El análisis se ejecutó con un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Se plantaron las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula (H0): No existe influencia significativa de la adición de 0.75kg/m^3 fibra de polipropileno más 27.5kg/m^3 fibra de acero en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Hipótesis alternativa (H1): Existe influencia significativa de la adición de 0.75kg/m^3 fibra de polipropileno más 27.5kg/m^3 fibra de acero en la resistencia a la compresión de un concreto simple en Ayacucho, 2026.

Criterios de decisión:

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

Tabla 22

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la dimensión de Resistencia a la Compresión del concreto con adición $0.75\text{kg/m}^3\text{FP} + 27.5\text{kg/m}^3\text{FA}$

Pruebas de normalidad							
días de curado		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
resistencia kg/cm2	7	0.218	3		0.988	3	0.788
	14	0.218	3		0.988	3	0.788
	28	0.312	3		0.896	3	0.372
a. Corrección de significación de Lilliefors							

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Los resultados que muestra la Tabla 23 indican que a al séptimo día de curado se obtuvo $W = 0.988$ con $p = 0.788$; a los 14 días $W = 0.988$ con $p = 0.788$; y a los 28 días $W = 0.896$ con $p = 0.372$. En los tres casos ($p > 0.05$), debido a que los valores de significancia superaron los umbrales críticos, se mantuvo la hipótesis nula relativa a la distribución normal de las muestras. evaluadas; en consecuencia, los datos de resistencia a la compresión del concreto con adición de $0.75\text{ kg/m}^3\text{FP} + 27.5\text{ kg/m}^3\text{FA}$ presentan una distribución normal a los 7, 14 y 28 días de curado, lo cual habilita la utilización de pruebas estadísticas paramétricas. Consecuentemente, se ejecutó un Análisis de Varianza (ANOVA) de un solo factor, con el propósito de evaluar si existen discrepancias estadísticamente significativas entre los promedios de resistencia obtenidos en las diversas edades de control.

Tabla 23

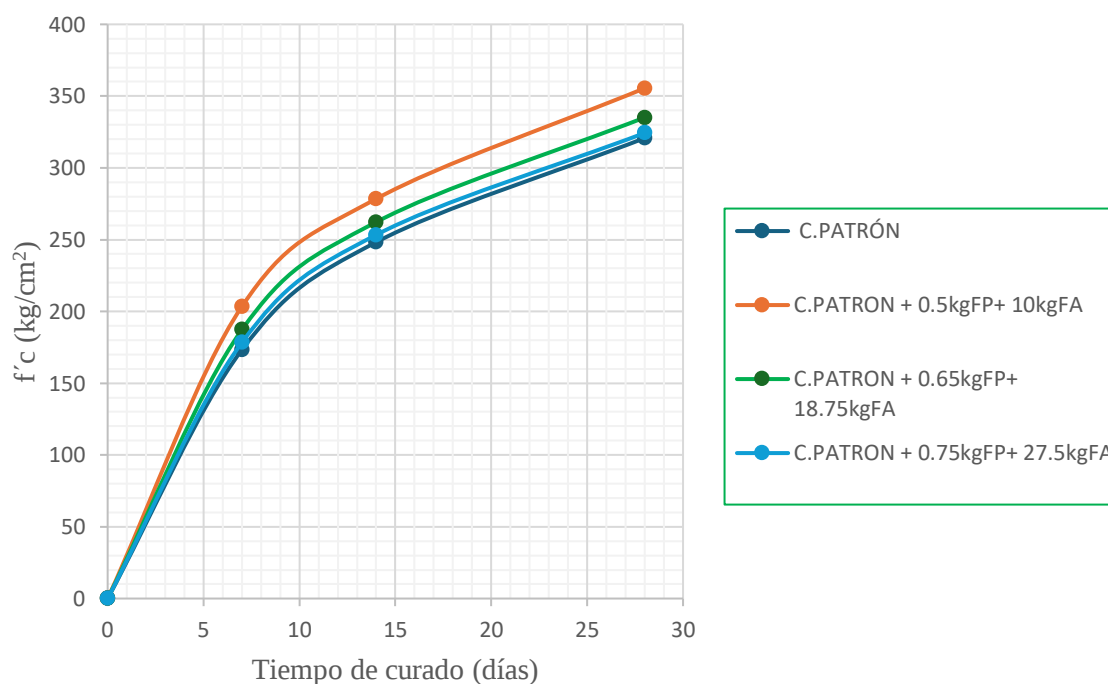
Análisis de varianza (ANOVA) de un factor para la Resistencia a la Compresión del concreto con adición

ANOVA					
resistencia kg/cm ²	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	31982.000	2	15991.000	673.873	<0.001
Dentro de grupos	142.380	6	23.730		
Total	32124.380	8			

Nota: Tras procesar los datos, se obtuvo un valor de significancia de $p = <0.001$, el cual, al situarse muy por debajo del umbral crítico establecido de $\alpha = 0.05$, obliga a la desestimación de la hipótesis nula. Este hallazgo estadístico ratifica que el periodo de curado ejerce una influencia determinante y no aleatoria en el incremento de la capacidad estructural de los especímenes. Con una certeza estadística del 95%, se puede sostener que el progreso de la resistencia axial es una respuesta directa al fenómeno de maduración de la pasta cementante, potenciada por el comportamiento sinérgico del refuerzo híbrido conforme avanza el tiempo.

Figura 6

Gráfico comparativo de los resultados de los ensayos de resistencia la compresión simple del concreto patrón y sus adiciones evaluado en los días 7, 14, 28



De los resultados obtenidos se concluye que la mezcla C. Patrón + 0.5 kg/m³ FP + 10 kg/m³ FA se posiciona consistentemente como el límite superior de resistencia en todas las edades evaluadas, registrando los valores más altos de la serie experimental:

203.4 kg/cm² a los 7 días, 278.4 kg/cm² a los 14 días y 355.5 kg/cm² a los 28 días. Este último valor representa el 169.3% del f_c de diseño y supera en un 10.9% al concreto patrón (320.7 kg/cm²), corroborando que este diseño de mezcla no solo eleva el parámetro de resistencia a la edad de diseño, sino que actúa como un catalizador en la adquisición de firmeza prematura. Esta ganancia temprana de propiedades mecánicas es fundamental en proyectos de infraestructura, ya que garantiza que el espécimen desarrolle una integridad interna robusta desde los primeros días de curado, superando las expectativas de rendimiento de un concreto de referencia, lo que constituye una ventaja técnica y económica significativa para proyectos de construcción en la región de Ayacucho donde se requiera reducción de tiempos de desencofrado.

IV. DISCUSIÓN

Con respecto al objetivo principal de este trabajo de investigación, que es determinar la influencia de la fibra de acero (SikaFiber80/60NB) y fibra de polipropileno (Chema Fibra Acrílica) en la resistencia a la compresión en concreto simple en Ayacucho, resultó positiva en el sentido de que mejora la resistencia a compresión final y también ayuda a la ganancia de resistencia temprana.

Con respecto al primer objetivo específico, referente a determinar la influencia de las fibras de acero a 10kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.5kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, la mezcla alcanzó un valor medio de resistencia de 203.4 kg/cm^2 , lo que representa el 96.8% de valor de resistencia de referencia ($f_c = 210\text{ kg/cm}^2$). Este resultado es altamente positivo para la eficiencia de este en obra, ya que la mezcla logra casi la totalidad de su capacidad nominal en solo 7 días; mientras que, a los 14 días de curado, el valor medio de resistencia se elevó a 278.4 kg/cm^2 , alcanzando el 132.57% del valor de resistencia de referencia y para finalizar a los 28 días de curado mezcla registró su valor máximo de 355.5 kg/cm^2 , representando el 169.28% del f_c de diseño. Por el contrario, Quispe Quichua, (2022) determinó que la adición de 500 g/m^3 de polipropileno genera un ligero ascenso del 1.28% en la resistencia a la compresión tras 28 días de curado. A pesar de este resultado positivo respecto al patrón, el análisis comparativo revela que el incremento es menor al registrado con la dosificación de 300 g/m^3 . Este comportamiento mecánico indica la existencia de un punto de saturación en el uso de fibras de polipropileno, donde el incremento de la densidad de fibras por unidad de volumen no garantiza una mejora proporcional en la capacidad de soporte axial del concreto simple. Del mismo modo, Aragon Quispe & Cornejo Mamani, (2017) Al añadir 10 kg/m^3 de fibra de acero observó que la resistencia final a los 28 días fue 357.64kg/cm^2 lo que significa que llegó a un 170% del valor de concreto de diseño, mientras que al adicionar 0.4kg/m^3 de fibra sintética observó que el concreto con adición llegó una resistencia final a los 28 días de 363.3kg/cm^2 , lo que significa que llegó a un 173% del valor de resistencia de referencia. Valores que concuerdan y validan nuestros resultados para un concreto con la primera adición antes mencionada.

Con respecto al segundo objetivo referente a determinar la influencia de las fibras de acero a 18.75kg/m^3 de adición y fibras de polipropileno a 0.65kg/m^3 de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, arrojó los diferentes valores que al séptimo día de curado, la mezcla alcanzó

un valor medio de resistencia de 187.2 kg/cm², lo que representa el 89.16% de valor de resistencia de referencia ($f_c = 210$ kg/cm²); esta ganancia inicial es ligeramente menor a la observada en dosificaciones de fibras más bajas, aun así, mantiene una evolución eficiente, logrando casi el 90% de la capacidad nominal en la primera semana, mientras que a los 14 días de curado, la valor medio de resistencia ascendió a 262.2 kg/cm², alcanzando el 124.87% de valor de resistencia de referencia, lo que evidencia que la maduración de la matriz cementante permite una transferencia de carga más efectiva hacia el refuerzo metálico y, por último, a los 28 días curado, la mezcla registró un valor medio de resistencia de 335.1 kg/cm², representando el 159.57% del f_c especificado. Por el contrario, Aragon Quispe & Cornejo Mamani, (2017) al añadir 20kg/m³ de fibra de acero obtuvieron una resistencia final a los 28 días de 366.33kg/cm² la cual es el 174% del diseño inicial y un incremento de 15.62% con respecto al concreto patrón; mientras que al añadir 0.6kg/m³ de fibra sintética obtuvo un valor de la resistencia final a los 28 días de 385.02kg/cm² lo que representa un 183% del diseño inicial y un incremento del 21.4% con respecto al concreto patrón. Mientras tanto, Escarcena (2023), en su investigación los resultados experimentales para la dosificación del 5% de fibras de acero revelan un incremento significativo en la resistencia a la compresión desde edades tempranas. En el ensayo realizado a los 7 días, el concreto adicionado logró 221.89 kg/cm², situándose un 117.90% por encima del valor obtenido en el concreto patrón (188.21 kg/cm²), lo que equivale a una ganancia neta de 17.90%. Esta tendencia positiva se ratificó a los 28 días de curado, alcanzando un valor máximo de 300.17 kg/cm². Frente a los 268.13 kg/cm² medidos en el testigo convencional, se calculó un incremento del 11.95%, lo cual valida la influencia positiva de la fibra en la integridad estructural del elemento. Valores que concuerdan o se aproximan a los obtenidos en esta investigación para la segunda adición.

Con respecto al tercer objetivo referente a determinar la influencia de las fibras de acero a 27.5kg/m³ de adición y fibras de polipropileno a 0.75kg/m³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, arrojo los diferentes valores que, a al séptimo día de curado, la mezcla alcanzó un valor medio de resistencia de 178.33 kg/cm², lo que representa el 84.92% del valor de resistencia de referencia ($f_c = 210$ kg/cm²). Se observa que, a pesar de contar con el mayor volumen de fibras, la ganancia de resistencia temprana es ligeramente inferior; mientras que, a los 14 días de curado, el valor medio de resistencia se elevó a 253.33 kg/cm², logrando el 120.63% de la meta de diseño. y por último a los 28 días de curado,

la mezcla registró un valor medio de resistencia de 324.33 kg/cm², lo que equivale al 154.44% del f_c especificado. Aunque este valor supera ampliamente al concreto patrón, es el más bajo de las tres mezclas experimentales con fibras a esta edad. Por el contrario, Escarcena (2023), en su investigación pudo observar que al integrar un 7% de fibras de acero en la matriz cementante, se produjo una alteración positiva en la capacidad de carga del espécimen. Durante la fase inicial de endurecimiento (7 días), el concreto reforzado alcanzó una resistencia de 218.76 kg/cm², lo que representa una eficiencia superior en un 16.24% comparado con la mezcla patrón, que apenas llegó a 188.21 kg/cm². Al culminar el ciclo estándar de 28 días, el desempeño mecánico se consolidó en 306.54 kg/cm². Al contrastar este valor con los 268.13 kg/cm² del concreto de control, se cuantifica un beneficio neto del 14.33%, demostrando que la adición metálica potencia la estructura interna frente a esfuerzos de compresión. Mientras tanto, Aragon Quispe & Cornejo Mamani, (2017), en su investigación obtuvieron resultados de un concreto con adición de fibra al 0.8kg/m³ que la resistencia a la compresión final a los 28 días fue de 348.7 kg/cm² lo que representa un 166% de valor de resistencia de referencia y un 110% con respecto al concreto patrón la cual indicaría un incremento del 10%; mientras que al añadir 30kg/m³ de fibra de acero la resistencia final a los 28 días fue de 330.4 kg/cm² la que representa un 157% de valor de resistencia de referencia y un 104% con respecto a la resistencia del concreto patrón. Valores que se aproximan a nuestro resultado con lo cual se valida los resultados obtenidos para esta última y máxima dosificación.

Finalmente, al analizar los resultados estadísticos el ANOVA y Kruskal-Wallis nos dieron valores que confirman la hipótesis alternativa y confirmando la influencia de las adiciones en la resistencia del concreto simple.

V. CONCLUSIONES

En el primer objetivo específico se estableció que la inclusión de la fibra de acero (Sika Fiber 80/60NB) 10kg/cm^3 y la fibra de polipropileno (Chema Fibra Acrílica) 0.5kg/m^3 tiene impacto en la resistencia a la compresión del concreto simple, como se demostró en el análisis Kruskal-Wallis, que arrojó un valor de $H = 7.200$, con 2 grados de libertad y una significancia asintótica de $p = 0.027$, y dado que ($p < 0.05$), se rechaza la hipótesis nula y como consecuencia nos afirma que existen diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión del concreto ya que al séptimo día de curado, la mezcla alcanzó un valor medio de resistencia de 203.4 kg/cm^2 , lo que representa el 96.8%, y este resultado es altamente positivo para la eficiencia de este en obra, ya que la mezcla logra casi la totalidad de su capacidad nominal en solo una semana, superando el comportamiento del concreto patrón gracias a la capacidad de las fibras para controlar la micro fisuración plástica y mejorar la cohesión de la matriz en estado joven. A los 14 días de curado, la valor medio de resistencia se elevó a 278.4 kg/cm^2 , alcanzando el 132.57% este incremento sostenido demuestra una transición efectiva hacia el estado endurecido, donde el refuerzo multidireccional de las fibras metálicas comienza a actuar como un puente de transferencia de esfuerzos internos y, por último, a los 28 días, la mezcla registró su valor máximo de 355.5 kg/cm^2 , representando el 169.28% del f_c de diseño, este valor supera ampliamente los requerimientos estructurales convencionales, confirmando que la combinación híbrida de fibras de polipropileno y acero no solo incrementa la tenacidad, sino que eleva significativamente el límite de rotura por compresión.

En el segundo objetivo específico se determinó que la adición de la fibra de acero (Sika Fiber 80/60NB) 18.75kg/cm^3 y la fibra de polipropileno (Chema Fibra Acrílica) 0.65kg/m^3 tiene impacto en la resistencia a la compresión del concreto simple, como se demostró en el análisis Kruskal-Wallis, donde se obtuvo los valores de $H = 7.200$ con 2 grados de libertad para un total de 9 muestras analizadas por grupo. El valor de Significancia Asintótica $p = 0.027$, al ser el valor de significancia menor al nivel de error admitido de $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula. Esto demuestra de manera fehaciente que existe una diferencia significativa en los rangos de resistencia obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión cuyos resultados A al séptimo día de curado, la mezcla alcanzó un valor medio de resistencia de 187.2 kg/cm^2 , lo que representa el 89.16%, aunque esta ganancia inicial es ligeramente menor a la observada en dosificaciones de

fibras más bajas, se mantiene una evolución eficiente, logrando casi el 90% de la capacidad nominal en la primera semana gracias al control temprano de la contracción plástica aportado por el incremento en la fibra de polipropileno; mientras que a los 14 días de curado, la valor medio de resistencia ascendió a 262.2 kg/cm², alcanzando el 124.87%, lo que evidencia que la maduración de la matriz cementante permite una transferencia de carga más efectiva hacia el refuerzo metálico y, por último, a los 28 días curado, la mezcla registró una valor medio de resistencia de 335.1 kg/cm², representando el 159.57%, es importante notar que, si bien esta mezcla supera ampliamente al concreto patrón, el valor final es ligeramente inferior a mezclas con menor contenido de fibra de acero, lo que sugiere que una saturación excesiva de refuerzo metálico podría generar una ligera porosidad en la matriz que limita el techo de resistencia a la compresión simple, aunque incrementa significativamente la ductilidad.

En el segundo objetivo específico se determinó que la adición de la fibra de acero (Sika Fiber 80/60NB) 18.75kg/cm³ y la fibra de polipropileno (Chema Fibra Acrílica) 0.75kg/m³ tiene impacto en la resistencia a la compresión del concreto simple, como se demostró en el análisis ANOVA de un factor, se obtuvo $W = 0.988$ con $p = 0.788$; a los 14 días $W = 0.988$ con $p = 0.788$; y a los 28 días $W = 0.896$ con $p = 0.372$, en los tres casos ($p > 0.05$), por lo que no se rechaza la hipótesis nula de normalidad en ninguna de las edades evaluadas; en consecuencia, los datos de resistencia a la compresión cuyos resultados a al séptimo día de curado, la mezcla alcanzó una valor medio de resistencia de 178.33 kg/cm², lo que representa el 84.92% se observa que, a pesar de contar con el mayor volumen de fibras, la ganancia de resistencia temprana es ligeramente inferior a las mezclas con menor contenido metálico, lo cual puede atribuirse a una mayor dificultad en la acomodación de los agregados debido a la alta densidad de fibras en estado fresco; mientras que, a los 14 días de curado, la valor medio de resistencia se elevó a 253.33 kg/cm², logrando el 120.63%, este incremento confirma que el refuerzo híbrido masivo comienza a aportar una capacidad de carga significativa una vez que la matriz de concreto ha desarrollado una adherencia suficiente con la superficie de las fibras; y por último a los 28 días de curado, la mezcla registró una valor medio de resistencia de 324.33 kg/cm², lo que equivale al 154.44%, aunque este valor supera ampliamente al concreto patrón, es el más bajo de las tres mezclas experimentales con fibras a esta edad.

Con respecto a la dosificación óptima, el concreto patrón presenta la pendiente de crecimiento más conservadora, partiendo de 160.1 kg/cm² y finalizando en 287.4 kg/cm², al contrastarla con la curva óptima, se evidencia que la adición híbrida de fibras no solo

eleva la resistencia final en un 23.7%, sino que también acelera la ganancia de resistencia temprana, logrando en solo 7 días lo que el patrón alcanza cerca de los 14 días; siendo la primera adición correspondiente a la mezcla C. PATRÓN + 0.5kg FP + 10kg FA, la que se posiciona consistentemente como el límite superior de resistencia en todas las edades evaluadas. Esta dosificación alcanza una resistencia de 203.4kg/cm² a al séptimo día y culmina con el valor más alto de la serie, 355.5kg/cm², a los 28 días

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda a los profesionales de la ingeniería civil de la región de Ayacucho considerar la incorporación de fibras de acero y fibras de polipropileno en proyectos de pavimentos rígidos, losas de piso y elementos estructurales sometidos a cargas de flexión, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación. Se sugiere, además, que las entidades públicas y privadas vinculadas al sector construcción promuevan el uso de concreto con adición de fibras como alternativa técnica y sostenible frente al concreto simple convencional.

Se recomienda adoptar la dosificación híbrida de 10 kg/m³ de fibra de acero (Sika Fiber 80/60NB) y 0.5 kg/m³ de fibra de polipropileno (Chema Fibra Acrílica) como la combinación óptima para la producción de concreto simple en la región de Ayacucho, dado que esta dosificación alcanzó la mayor resistencia a la compresión en todas las edades de curado evaluadas, registrando 203.4 kg/cm² a al séptimo día (96.8% del f_c), 278.4 kg/cm² a los 14 días (132.57%) y 355.5 kg/cm² a los 28 días (169.28%), superando ampliamente el f_c de diseño de 210 kg/cm² y posicionándose consistentemente como el límite superior de resistencia frente a las demás mezclas experimentales.

Se recomienda a la comunidad académica de la región replicar esta investigación en otras provincias de Ayacucho y regiones vecinas de la sierra peruana, a fin de validar la aplicabilidad de los resultados en distintos contextos geográficos y climáticos. Finalmente, se sugiere desarrollar investigaciones que evalúen el comportamiento a largo plazo más allá de los 28 días de curado del concreto con adición combinada de fibras de acero y polipropileno, incluyendo ensayos de durabilidad, permeabilidad y resistencia a agentes químicos.

Se recomienda replicar esta investigación en concretos con resistencias de diseño superiores, como $f_c = 280$ kg/cm² y $f_c = 350$ kg/cm², frecuentemente empleados en estructuras especiales, para evaluar si el efecto de las fibras sobre la resistencia a la compresión se mantiene o varía en función de la resistencia base del concreto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). tecnología del concreto. LIMA: SAN MARCOS.
- Carrillo Leiva, J. R., & Rojas Chavez, J. F. (2023). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón $f'c$ 210kg/cm² y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregad. CUSCO.
- Castañeda Ávila, J., Olague Caballero, C., & Almeraya Calderon, F. (2022). análisis comparativo entre el concreto hidráulico simple y reforzado con fibras de acero. CHILE: REVISTA DE INGENIERIA.
- Chapoñan Cueva, J., & Quispe Cirilo, J. (2017). análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico de pavimentos rígidos adicionado fibras de polipropileno en A.A.H.H. Villamaria. CHIMBOTE.
- Dorantes ferrusquia, C., & Estrada Hernandez, D. (2025). Comportamiento mecánico de concreto con fibras de polipropileno. UACH, 302-305.
- Escarcena Gutierrez, J. L. (2023). Propiedades Mecánicas Del Pavimento Rígido Empleando Fibras De Acero, Ayacucho 2022. AYACUCHO.
- Figuroa-Moran, O. D., Mesa-Erazo, D. E., Pareja-Peña, J. S., & Valencia-Enriquez, D. (2023). Influencia de la distribución de fibras sobre la resistencia a flexión del concreto autocompactante. *Revista Politécnica*.
<https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/download/2156>
- Gómez Sarria, J. (2000). tecnología y propiedades del concreto. COLOMBIA: ASOCRETO.
- Hernando, T. (3 de marzo de 2026). Peligro sísmico. Obtenido de Perú un país altamente sísmico: <https://www.sgp.org.pe/alerta-peru-un-pais-altamente-sismico/>
- Javier Mendoza, C. (2011). Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido. MEXICO.
- Lopez Roman, J. (2025). análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado. MEXICO.
- Moy Mosquera , N. C., & Remuzgo Florentino, J. M. (2021). Influencia de las fibras de acero en las propiedades del concreto en losas aligeradas a 3200 m.s.n.m. HUANCAYO.

- Perca Guillermo, I. (2005). Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto $f'c$ 210 kg/cm². PUNO.
- PQS. (3 de marzo de 2026). Obtenido de <https://pqs.pe/actualidad/lluvias-en-ayacucho-exponen-infraestructura-en-riesgo-70-de-viviendas-informales-y-60-de-colegios-publicos-en-riesgo-de-colapso/>
- Quispe Quichua, W. (2022). Incidencia de fibras de polipropileno en la durabilidad del concreto simple, aplicado en pavimentos rígidos livianos. AYACUCHO.
- Rebdon Cahuana, J., & Acuña Estrada, Y. P. (2021). Evaluación comparativa de las características mecánicas de compresión y flexión entre un concreto $f'c$ =210kg/cm² adicionado con fibra de acero y un concreto de $f'c$ = 210 kg/cm² adicionado con fibra de polipropileno. CUSCO.
- Reports, M. g. (16 de febrero de 2026). Obtenido de Market grow reports: <https://www.marketgrowthreports.com/es/market-reports/concrete-construction-materials-market-112495>
- Rivva Lopez, E. (2000). Diseño de mezclas. LIMA: HOZLO.
- Sanchez de Guzman, D. (2000). tecnología del concreto y del mortero. COLOMBIA: BHANDAR.
- Vasques Guivar, J. Y. (2022). evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto estructural reforzado con fibras de acero y polipropileno. AREQUIPA.
- Wei, Y., Qin, Y., Chai, J., Xu, C., Zhang, Y., & Zhang, X. (2022). Experimental study on compressive and flexural performances of polypropylene fiber-reinforced concrete. *Geofluids*, 2022, Artículo 4168918. <https://doi.org/10.1155/2022/4168918>
- Zhang, L., Li, X., Li, C., Zhao, J., & Cheng, S. (2024). Propiedades mecánicas del hormigón con áridos totalmente reciclados reforzado con fibra de acero y fibra de polipropileno. *Materials*, 17, Artículo 1156. <https://doi.org/10.3390/ma17051156>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Título: “Fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026”			
Problema general:	Hipótesis general:	Objetivo general:	Metodología
¿Cuál es la influencia de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026?	Existe influencia significativa de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.	Determinar la influencia de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.	Enfoque: Cuantitativa Tipo: Por su finalidad: Aplicada Por su profundidad: Explicativa-experimental.
Problemas específicos:	Hipótesis específicas:	Objetivos específicos:	Diseño
¿Cuál es la influencia de las fibras de acero al 10kg/m ³ de adición y fibras de polipropileno a 0.5kg/m ³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026?	Existe influencia significativa de las fibras de acero al 10kg/m ³ de adición y fibras de polipropileno a 0.5kg/m ³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.	Determinar la influencia de las fibras de acero al 10kg/m ³ de adición y fibras de polipropileno a 0.5kg/m ³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.	Técnicas e instrumentos Formatos de laboratorio Catalogo técnico del fabricante Técnicas de procesamiento: Estadística descriptiva Inferencia estadística. Población: Todos los especímenes de concreto simple con f'c = 210 kg/cm ² fabricados en Ayacucho 2026. Muestra: 36 probetas de concreto.
¿Cuál es la influencia de las fibras de acero al 18.75 kg/m ³ de adición y fibras de polipropileno a 0.65 kg/m ³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026?	Existe influencia significativa de las fibras de acero al 18.75kg/m ³ de adición y fibras de polipropileno a 0.65kg/m ³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.	Determinar la influencia de las fibras de acero al 18.75kg/m ³ de adición y fibras de polipropileno a 0.65kg/m ³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.	
¿Cuál es la influencia de las fibras de acero al 27.5kg/m ³ de adición y fibras de polipropileno a 0.75 kg/m ³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026?	Existe influencia significativa de las fibras de acero al 27.5 kg/m ³ de adición y fibras de polipropileno a 0.75 kg/m ³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.	Determinar la influencia de las fibras de acero al 27.5kg/m ³ de adición y fibras de polipropileno a 0.75kg/m ³ de adición en la resistencia a la compresión de un concreto simple elaborado en un laboratorio en Ayacucho, 2026.	

Anexo 2: Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
fibras de cero y fibra de polipropileno	La fibra de acero es un tipo de refuerzo metálico que se define como un conjunto de filamentos de alambre hechos de acero, doblados y cortados en frío, cuyo objetivo principal es mezclarse de manera homogénea en el concreto. (Rodríguez et al.,2011) El incremento de la durabilidad y la prevención de fisuras en concretos y morteros constituyen los propósitos para los que fue concebida esta fibra multifilamento de polipropileno, la cual está diseñada para ser incorporada en dichas mezclas durante su elaboración. La fibra copolimérica es de tipo monofilamento, no fibrilada, totalmente orientada, con un perfil que permite anclarla a la matriz cementicia (Mendoza & Aire, 2011).	Se utilizará las fibras de acero Fibras de acero (SikaFiber80/60NB) y fibras de polipropileno (Chema Fibra Acrílica) como aditivos combinados en el concreto en dosificaciones controladas en base a las especificaciones técnicas dadas por el proveedor.	10.00 kg/m³ y 0.50 kg/m³ 18.75 kg/m³ y 0.65 kg/m³ 27.50 kg/m³ y 0.75 kg/m³	Kg/m ³	Nominal
Resistencia a la compresión	La resistencia mecánica de un concreto determina su capacidad para resistir fuerzas aplicadas, como compresión, tracción y flexión, así como su ductilidad, tenacidad y módulo de elasticidad. Estas propiedades son esenciales para garantizar su desempeño en aplicaciones estructurales y de pavimentación. (Neville, 1995).	Se determinará mediante ensayos de esfuerzo a compresión realizando 3 repeticiones por cada porcentaje analizado y para cada día de curado analizado (7, 14 y 28 días)	Resistencia a la compresión	≥ 70% a los 7 días ≥ 80% a los 14 días ≥ 100% a los 28 días	Intervalo

Anexo 3: Instrumentos de recolección de la información

Panel fotográfico



FOTO 01: Extracción del agregado grueso en la cantera de “La Moderna” en la zona de Chillico.



FOTO 02: Extracción del agregado fino en la cantera de “La Moderna” en la zona de Chillico.



FOTO 03: Aplanado la pila cónica de agregado grueso y fino antes del cuarteo



FOTO 04: Tamizado de la muestra de agregado grueso por el medio de mallas de diferente tamaño.



FOTO 05: Moldes para probetas cilíndricas



FOTO 06: Proceso de pesado de las proporciones halladas en el diseño del concreto y sus adiciones



FOTO 07: Proceso de pesado de las proporciones halladas en el diseño del concreto y sus adiciones



FOTO 08: Los materiales tanto las herramientas listas para iniciar el proceso de mezclado en el trompo



FOTO 09: Proceso de mezclado en el trompo



FOTO 10: Medición del asentamiento



FOTO 11: Llenado de los moldes en capas y compactadas



FOTO 12: Probetas identificadas y enrazadas



FOTO 13: Proceso de curado de las probetas cilíndricas



FOTO 14: Probetas retiradas de la poza de curado



FOTO 15: Ensayo a compresión de la probeta de concreto patrón y adiciones



FOTO 16: Probeta resultante del ensayo a compresión

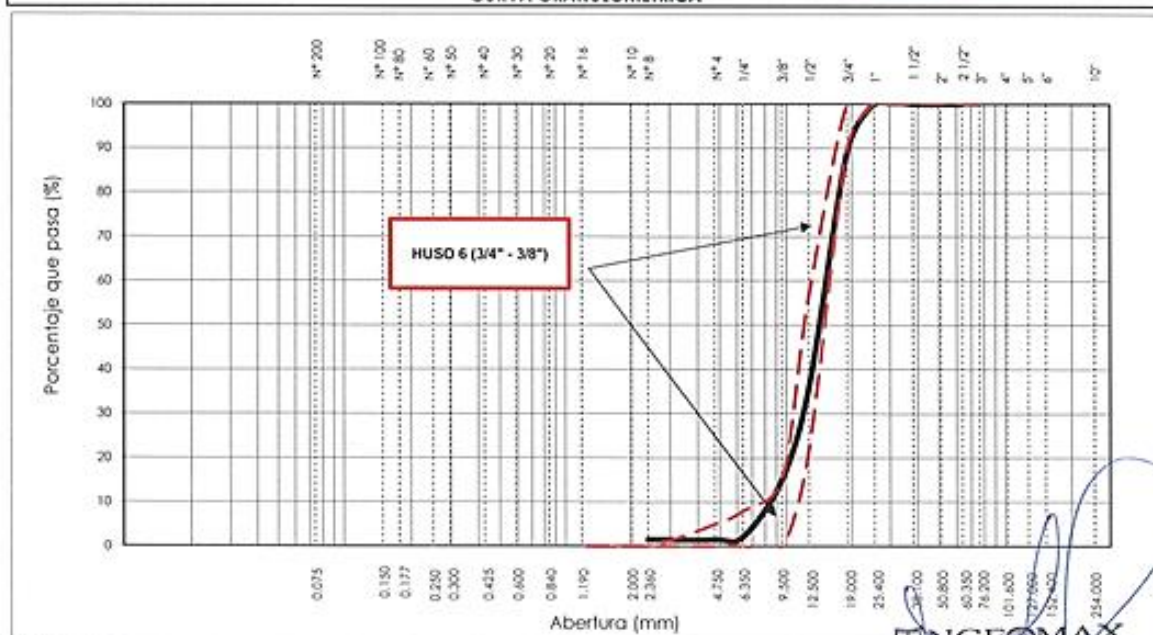


FOTO 17: Probeta resultante del ensayo a compresión

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS

		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO EN AGREGADO GRUESO (MTC E 204 - 2016)				F - SG - 102	
						Revisión:	1
						Fecha:	2025-04-21
PROYECTO:	"ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE f'c=210 kg/cm2 EN AYACUCHO -2025"						
SOLICITANTE:	BACH, LUJAN PALOMINO RUDY						
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO						
I. DATOS GENERALES							
PROCEDENCIA	: CANTERA RIO CACHI			TIPO DE MATERIAL: AGREGADO GRUESO			
MUESTRA	: GRAVA CHANCADA			COD. PROYECTO: IGM-P-107-2025			
ESTRATO	: -			COD. MUESTRA: M-AG1-25			
PROFUND. (m)	: -			FECHA: Oct-25			
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETEHIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION HUSO 6 (3/4" - 3/8")	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254,000						Masa Inicial: 38419.0
6"	152,400						Masa fracción: 38221.0
5"	127,000						% Grava : 98.5
4"	101,600						% Arena : 0.9
3"	76,200						% Finos : 0.5
2 1/2"	63,500						Coefficientes de uniformidad y curvatura
2"	50,800						D10 (mm) : 8.291
1 1/2"	38,100				100.00		D30 (mm) : 11.790
1"	25,400				100.00	100 100	D60 (mm) : 15.554
3/4"	19,050	4069.0	10.59	10.59	89.41	90 100	Cu: 1.876
1/2"	12,700	20523.0	53.42	64.01	35.99	20 55	Cc: 1.078
3/8"	9,500	8090.0	21.06	85.07	14.93	0 15	D15 (mm) : 9.510
1/4"	6,350	4936.0	12.85	97.92	2.08	0 8	D50 (mm) : 14.365
N° 4	4,760	241.0	0.63	98.54	1.46	0 5	D85 (mm) : 18.526
N° 8	2,380			98.54	1.46		Clasificación SUCS y AASHTO
N° 10	2,000			98.54	1.46		Clasificación (SUCS) : GP
N° 16	1,190			98.54	1.46		Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
N° 20	0,840			98.54	1.46		Descripción (AASHTO): BUENO
N° 30	0,590			98.54	1.46		Descripción (SUCS):
N° 40	0,426			98.54	1.46		Grava pobremente gradada
N° 50	0,297			98.54	1.46		PESO ESPECIFICO NOMINAL: 2.62
N° 60	0,250			98.54	1.46		MÓDULO DE FINEZA: 6.87
N° 80	0,177			98.54	1.46		SUPERFICIE ESPECÍFICA: 1.71
N° 100	0,149			98.54	1.46		TAMAÑO MÁXIMO: 1"
N° 200	0,074	362.0	0.94	99.48	0.52		TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: 3/4"
< N° 200	FONDO	198.0	0.52	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

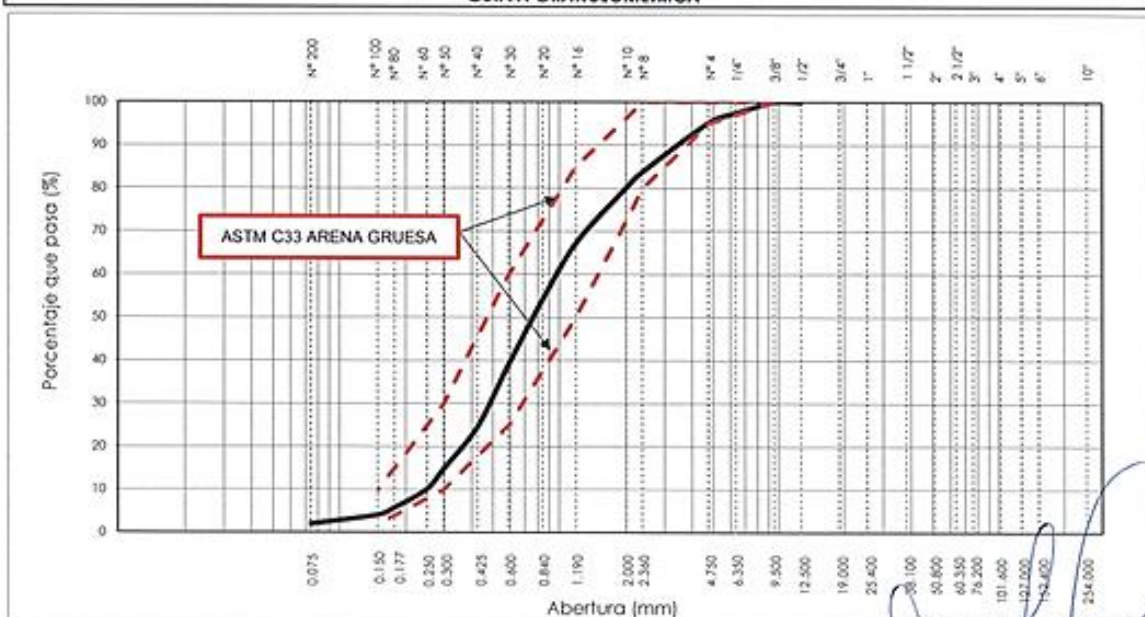
Ninguna.

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morales Arias
CIP: 12249
INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONCRETO ESTRUCTURAL

		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS (NTP 339.128, REV. 2019)		F - 5G - 102			
				Revisión:	1		
				Fecha:	2025-04-21		
PROYECTO	"ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE f'c=210 kg/cm2 EN AYACUCHO -2025"						
SOLICITANTE	BACH. LUJAN PALOMINO RUDY						
UBICACIÓN	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO						
I. DATOS GENERALES							
PROCEDENCIA	: CANTERA RIO CACHI		TIPO DE MATERIAL: AGREGADO FINO				
MUESTRA	: ARENA ZARANDEADA		COD. PROYECTO: IGM-PC-107-2025				
ESTRATO	: -		COD. MUESTRA: M-0139A-25				
PROFUND. (m)	: -		FECHA: Set-25				
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION ASTM C 33	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
10"	254,000						Masa inicial: 409.4
6"	152,400						Masa fracción: 401.4
5"	127,000						% Grava : 4.8
4"	101,600						% Arena : 93.2
3"	76,200						% Finos : 2.0
2 1/2"	63,500						Coefficientes de uniformidad y curvatura
2"	50,800						D10 (mm) : 0.247
1 1/2"	38,100						D30 (mm) : 0.486
1"	25,400						D60 (mm) : 0.998
3/4"	19,050						Cu: 4.03
1/2"	12,700				100.00		Cc: 0.957
3/8"	9,525				100.00	100	D15 (mm) : 0.300
1/4"	6,350	10.5	2.56	2.56	97.44		D50 (mm) : 0.771
N° 4	4,760	9.2	2.25	4.81	95.19	95 100	D85 (mm) : 2.630
N° 8	2,380	46.6	11.38	16.19	83.81	80 100	Clasificación SUCS y AASHTO
N° 10	2,000	15.2	3.71	19.91	80.09		Clasificación (SUCS) : SP
N° 16	1,190	52.8	12.90	32.80	67.20	50 85	Clasificación (AASHTO) : A-1-b (0)
N° 20	0,840	53.7	13.12	45.92	54.08		Descripción (AASHTO) : BUENO
N° 30	0,590	60.9	14.88	60.80	39.20	25 60	Descripción (SUCS) :
N° 40	0,426	59.4	14.51	75.31	24.69		Arena pobremente graduada
N° 50	0,297	40.5	9.89	85.20	14.80	10 30	PESO ESPECIFICO NOMINAL: 2.51
N° 60	0,250	19.0	4.64	89.84	10.16		MODULO DE FINEZA: 2.96
N° 80	0,177	18.1	4.42	94.26	5.74		SUPERFICIE ESPECIFICA: 57.6
N° 100	0,149	6.6	1.61	95.87	4.13	2 10	OBSERVACIONES :
N° 200	0,074	8.9	2.17	98.05	1.95		
< N° 200	FONDO	8.0	1.95	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

Ninguna.

INGEOMAX

Ing. Maxwíl Anthony Macote Arias
CIP 132454

FECHA: Oct-25



INGEOMAX
S.A.C.

INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E 203 - 2016)

PROYECTO:	"ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE f'c=210 kg/cm2 EN AYACUCHO -2025"
SOLICITANTE:	BACH. LUJAN PALOMINO RUDY
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
I. DATOS GENERALES	

PROCEDENCIA: CANTERA RIO CACHI / CANTERA RIO CACHI COD. PROYECTO: IGM-P-107-2025

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)	6 625,0	6 610,0	6 591,0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4 792,0	4 777,0	4 758,0
D Volumen del Molde (cm³)	2 831,7	2 831,7	2 831,7
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m³) = (C)/(D)	1 692	1 687	1 680
PROMEDIO PUSS (Kg/m³)	1 687		

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)	6 935,0	6 965,0	6 953,0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	5 102,0	5 132,0	5 120,0
D Volumen del Molde (cm³)	2 831,7	2 831,7	2 831,7
E Peso Unitario Compactado Seco (Kg/m³) = (C)/(D)	1 802	1 812	1 808
PROMEDIO PUCS (Kg/m³)	1 807		

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)	5 700,0	5 705,0	5 715,0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	3 867,0	3 872,0	3 882,0
D Volumen del Molde (cm³)	2 831,7	2 831,7	2 831,7
E Peso Unitario Suelto Seco (Kg/m³) = (C)/(D)	1 366	1 367	1 371
PROMEDIO PUSS (Kg/m³)	1 368		

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)	6 270,0	6 285,0	6 260,0
C Peso Agregado Suelto (gr) = (B)-(A)	4 437,0	4 452,0	4 427,0
D Volumen del Molde (cm³)	2 831,7	2 831,7	2 831,7
E Peso Unitario Compactado Seco (Kg/m³) = (C)/(D)	1 567	1 572	1 563
PROMEDIO PUCS (Kg/m³)	1 568		

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
CIP: 122453
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INGEOMAX**
S.A.C.**INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO**
ESPECIALISTAS EN SUELOS, CONCRETO Y
PAVIMENTOS**PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS**

PROYECTO:	"ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE f'c=210 kg/cm2 EN AYACUCHO -2025"
SOLICITANTE:	BACH. LUJAN PALOMINO RUDY
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
I. DATOS GENERALES	

PROCEDENCIA: CANTERA RIO CACHI / CANTERA RIO CACHI

COD. PROY.: IGM-P-107-2025

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)	828,79	940,15		
B. Peso en el aire de la muestra SSS (gr)	837,70	950,42		
C. Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	517,60	586,95		
Peso Especifico Aparente = $A/(B-C)$	2,59	2,59		2,59
Peso Especifico Aparente SSS = $B/(B-C)$	2,62	2,61		2,62
Peso Especifico Nominal = $A/(A-C)$	2,66	2,66		2,66
% de Absorción = $((B - A)/A) \times 100$	1,08	1,09		1,08

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)	490,20	490,18		
B. Peso del Picnometro aforado lleno de agua (gr)	1 456,60	1 455,05		
C. Peso del Picnometro con la muestra y agua (gr)	1 757,40	1 755,94		
D. Peso de la muestra en SSS (gr)	500,00	500,00		
Peso Especifico Aparente = $A/(B-C+S)$	2,46	2,46		2,46
Peso Especifico Aparente SSS = $S/(B-C+S)$	2,51	2,51		2,51
Peso Especifico Nominal = $A/(A-C+B)$	2,59	2,59		2,59
% de Absorción = $((S - A)/A) \times 100$	2,00	2,00		2,00

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	51,68
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	48,32
Gravedad especifica de los sólidos	2,63

INGEOMAXIng. Maxmil Anthony Morote Arias
CIP: 137454
ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO:	"ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE f'c=210 kg/cm2 EN AYACUCHO -2025"
SOLICITANTE:	BACH. LUJAN PALOMINO RUDY
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO
I. DATOS GENERALES	

PROCEDENCIA: CANTERA RIO CACHI / CANTERA RIO CACHI	COD. PROY.: IGM-P-107-2025
MUESTRA: GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA	FECHA: Oct-25

PORCENTAJE DE VACIOS			
IDENTIFICACIÓN		Agregado Grueso	Agregado Fino
A	Peso Unitario Suelto Seco (gr/cm³)	1 368	1 687
B	Peso Unitario Compactado Seco (gr/cm³)	1 568	1 807
C	Gravedad Especifica de Masa	2,59	2,46
D	Peso de los Solidos (gr)	2 588	2 461
Porcentaje de Vacios (%) Agregado suelto		47,1	31,5
Porcentaje de Vacios (%) Agregado varillado		39,4	26,6

CONTENIDO DE HUMEDAD, ABSORCION EFECTIVA Y HUMEDAD SUPERFICIAL			
IDENTIFICACIÓN		Agregado Grueso	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	2 035,90	2 057,88
B	Peso Seco de la muestra (gr)	2 020,30	2 040,13
C	Peso del agua en la muestra (gr)	15,60	17,76
D	% de absorcion	1,08	
Contenido de Humedad (%)		0,8	0,9
Contenido de Humedad (%)		0,8	
Absorcion Efectiva (%)		0,26	
Humedad Superficial (%)		-	
IDENTIFICACIÓN		Agregado Fino	
A	Peso Humedo de la muestra (gr)	1 544,20	1 585,31
B	Peso Seco de la muestra (gr)	1 494,50	1 533,12
C	Peso del agua en la muestra (gr)	49,70	52,20
D	% de absorcion	2,00	
Contenido de Humedad (%)		3,3	3,4
Contenido de Humedad (%)		3,4	
Absorcion Efectiva (%)		-	
Humedad Superficial (%)		1,36	

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


 Ing. Maywil Anthony Morote Arias
 CIP: 182454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS

FICHA TÉCNICA DE LAS ADICIONES

**CHEMA FIBRA ACRÍLICA**

Fibra acrílica de alta tenacidad para usarla en compuestos de concreto mejorando sus propiedades mecánicas

ADL 2.9.2
RMP - V.0

DESCRIPCIÓN

CHEMA FIBRA ACRÍLICA es una fibra acrílica de alta tenacidad, hilada en seco, que ha sido diseñada especialmente para usarla en compuestos de concreto mejorando sus propiedades mecánicas.

Se combina bien con soluciones acuosas y mezclas de concreto más agregados, asimismo su sección transversal (en forma de hueso) le permite a la fibra generar un enclavamiento mecánico a la matriz de cemento.

Es resistente a la radiación UV, medios alcalinos y temperaturas hasta 250 °C.

VENTAJAS

- Buena dispersabilidad.
- Le confiere propiedades de impermeabilidad al producto fraguado.
- Buena adhesión de la fibra en la matriz de cemento.
- Buena estabilidad térmica. Resiste a los cambios bruscos de temperatura.

USOS

- Mezclas de concreto y agregados.

DATOS TÉCNICOS

Fibra:	CHEMA FIBRA ACRÍLICA
dTex:	4.1 (3.9-4.2)
Diámetro de fibra um:	29.5
Longitud de corte mm:	20
N° fibras/g:	122 x 103
Color:	Blanco, Brillante
Sección transversal:	Forma de hueso
Densidad g/cm ³ :	1.17
Temperatura máxima °C:	250
Humedad %:	<2
Resistencia cN/Tex:	40+-12%
Elongación %:	26+-12%
Dispersabilidad:	Buena
Hidrofilidad:	Buena
Adherencia:	Buena
Resistencia:	Ácidos, Álcalis, otros productos químicos, radiación UV y bacterias

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

CHEMA FIBRA ACRÍLICA puede agregarse directamente al mezclador para su homogenización y dispersión, manteniendo una agitación constante. Debido a su densidad ligeramente mayor que la del agua, la fibra no flota en la mezcla y se consigue una excelente incorporación a la misma.

RENDIMIENTO

Una

PRESENTACIÓN

Bolsas hidrosolubles de 600 g.

INGEOMAX

Ing. Maximiliano Arceles Morales Arceles
CIP: 137464
CALLE 137464



Hoja Técnica

CHEMA FIBRA ACRÍLICA

Fibra acrílica de alta tenacidad para usarla en compuestos de concreto mejorando sus propiedades mecánicas

ADL2-9.2
RMP - V.0

ALMACENAMIENTO

De almacenarse en un lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo el tiempo de vida útil será de **5 años**.

Nota: El embalaje se puede deteriorar por efecto de las radiaciones solares

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES

No es un producto peligroso, para mayor detalle ver Hoja de Seguridad del producto.

INGEOMAX
S. de RL de CV
Ing. Maximiliano Martínez Arias
C.P. 18740
Carretera a San Juan de los Rios, km. 1.5

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

CETOX
CONCRETO Y FIBRAS S. de RL de CV
273-2318 / 999012933

ATENCIÓN AL CLIENTE:
(511) 336-8407

Página 2 de 2

HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaFiber® CHO 80/60 NB

FIBRA DE ACERO PARA REFUERZO DEL CONCRETO EN LOSAS Y CONCRETO PRE-FABRICADO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales, permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

USOS

Sika Fiber CHO 80/60 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En elementos de concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (tráfico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puentes, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 80 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

CERTIFICADOS / NORMAS

Sika® Fiber CHO 80/60 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-09 para acero de bajo contenido de carbono.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Sacos de papel x 20 kg.
Vida Útil	Indefinido
Condiciones de Almacenamiento	Los sacos de Sika® Fiber CHO 80/60 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
Dimensiones	• Longitud: 60 mm con extremos conformados • Diámetro: 0.75 mm • Relación longitud/diámetro: 80

INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua	Cero
Resistencia a la Tensión	1200 MPa mín.
Elongación de Rotura	4% max.

Hoja De Datos Del Producto
SikaFiber® CHO 80/60 NB
Diciembre 2013, Versión 01.01
021408011000000008

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morales Arias
CIP 13745
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y MATERIALES

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

Normalmente entre 10 y 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m³ de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

DOSIFICACIÓN

Sika® Fiber CHO 80/60 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:

- En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.
- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

LIMITACIONES

No agregue Sika® Fiber CHO 80/60 NB al mezclador antes de los áridos. Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

REGULACIÓN (EC) Nº 1907/2006 - REACH

DIRECTIVA 2004/42/CE - LIMITACIÓN DE LAS EMISIONES DE VOC

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

Hoja De Datos Del Producto
SikaFiber® CHO 80/60 NB
Diciembre 2019, Versión 01.01
021403011000000008

GEINGEOMAX

Ing. Misael Anthony Morote Arias
C.P. 132454
CONSEJO TÉCNICO DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS

SikaFiberCHO8060NB-es-PE-(12-2019)-1-3.pdf



CALCULO Y DISEÑO

	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (MEZCLA PLASTICA)		ISM-10-06- 2025 V18 01-2025
PROYECTO:	"ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE f'c=210 kg/cm ² EN AYACUCHO -2025"		
SOLICITANTE:	BACH. LUJAN PALOMINO RUDY		
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO		
CANTERA:	CANTERA RIO CACHE / CANTERA RIO CACHE		
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDADA		
FECHA:	Oct-25		

I. PARAMETROS DE DISEÑO DEL CONCRETO

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Factor de seguridad	Resistencia requerida (Kg/cm ²)
210	84	294

II. MATERIALES

2.1. CEMENTO

Marca	Tipo	Peso específico	Superficie específica
Andino	Portland tipo I	3,12	3300

2.2. AGREGADOS

Tipo	Material	Perfil	Tamaño Máximo	Tam. Max. Nominal	Cantera
Fino	ARENA	SUB ANGULOSO	-	-	RIO CACHE
GRUESO	GRAVA CHANCADA	ANGULOSO	1"	3/4"	RIO CACHE

Item	Características	Unidad	Agregado Fino	Agregado Grueso
1	PESO UNITARIO SUELTO SECO	Kg/cm ³	1687	1368
2	PESO UNITARIO COMPACTO SECO	Kg/cm ³	1807	1568
3	PESO ESPECÍFICO DE MASA	gr/cm ³	2,51	2,62
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3,37	0,82
5	ABSORCIÓN	%	2,00	1,08
6	MODULO DE FINEZA	-	2,96	6,87
7	PUSH	Kg/cm ²	1743	1379

III. SLUMP

Consistencias	Slump	Consistencia de Diseño
MEZCLA SECA	0" - 2"	MEZCLA PLASTICA
MEZCLA PLASTICA	3" - 4"	
MEZCLA FLUIDA	≥ 5"	

IV. CANTIDAD DE AIRE

Tam. Max. Nominal	Aire total atrapado	Unidad
3/4"	2,0	%

V. CANTIDAD DE AGUA

Volumen unitario de agua	Unidad
205	Lt/m ³

VI. CALCULO DE LA RELACIÓN A/C

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia requerida (Kg/cm ²)	A/C
210	294	0,57

VII. FACTOR CEMENTO

Resistencia de Diseño (Kg/cm ²)	Resistencia requerida (Kg/cm ²)	Cemento (kg/m ³)	Factor cemento (bl/m ³)
210	294	358,60	8,44


 Ing. Maxmil Anthony Morote Arias
 CIP 132454
 ESPECIALISTA EN DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO

I. MODULO 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	5,145	6,87	2,96	55,93%	44,07%	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	0,369	965,28	0,291	730,59

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	0,205	0,02	0,37	0,29	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	358,60	0,205	965,28	730,59

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	973,20	736,59

Humedad superficial Agregado grueso (%)	Humedad superficial Agregado fino (%)
-0,26	1,36

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Aporte de humedad Agregado grueso (%)	Aporte de humedad Agregado fino (%)	Agua efectiva (L/m ³)
210	-2,53	9,96	197,57

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	358,60	197,57	973,20	755,17	2284,54



Ing. Maxmil Anthony Morón Arias
CIP: 137.654
EMPLOEADO DE LA INSTITUCION

	METODO GLOBAL (MEZCLA PLASTICA)	IGM-1G-0M- 2025 VER-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	690,60	0,40	994,20

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	0,205	0,02	0,26	0,40	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	358,60	0,205	690,60	994,20

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	696,28	1002,37

Humedad superficial Agregado grueso (%)	Humedad superficial Agregado fino (%)
-0,26	1,36

Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Aporte de humedad Agregado grueso (%)	Aporte de humedad Agregado fino (%)	Agua efectiva (L/m ³)
210	-1,81	13,56	193,25

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	358,60	193,254	696,28	1027,657	2275,78


 Ing. Maxwil Anthony Morote Arias
 CIP: 1327454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, FUNDACIONES Y TRASMISIONES

	PROMEDIO FINAL (MEZCLA PLASTICA)	IGM-IG-CM- 2025 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	358.60	196.04	874.84	852.06	0.00	0.0	2281.53

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	23.2	103.7	101.0	0.000	0.000

III. PROPORCIÓN 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	547.0	2.4	2.4	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	8.44	196.0	0.63	0.49	0.0	0.0

V. PROPORCIÓN EN VOLUMEN PIE³ / FINAL

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	23.2	2.6	2.0	0	0


 Ing. Maxwell Anthony Marcelo Arias
 CIP: 122454
El presente es un documento confidencial

	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RESUMEN PARA TMN 3/4" DE AGREGADO GRUESO		
PROYECTO:	"ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE f'c=210 kg/cm2 EN AYACUCHO -2025"		
SOLICITANTE:	BACH. LUJAN PALOMINO RUDY		
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO		
CANtera:	CANtera RIO CACHI / CANtera RIO CACHI		
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA		
FECHA:	Oct-25		

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN PIE³ / FINAL
--

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,0kg/m3) + FIBRA DE ACERO (0,0kg/m3)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,00	23,20	2,60	2,00	0	0

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,50kg/m3) + FIBRA DE ACERO (10,0kg/m3)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,00	23,10	2,60	2,00	59	1185

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,65kg/m3) + FIBRA DE ACERO (18,75kg/m3)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,00	23,10	2,60	2,00	77	2222

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,75kg/m3) + FIBRA DE ACERO (27,5kg/m3)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1,00	23,10	2,60	2,00	89	3259

DOSIFICACIÓN EN PESO(MASA) m3 / FINAL
--

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,0kg/m3) + FIBRA DE ACERO (0,0kg/m3)						
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	358,60	196,04	874,84	852,06	0,00	0,00

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,50kg/m3) + FIBRA DE ACERO (10,0kg/m3)						
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	358,60	195,54	874,84	852,06	0,50	10,00

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,65kg/m3) + FIBRA DE ACERO (18,75kg/m3)						
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	358,60	195,39	874,84	852,06	0,65	18,75

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,75kg/m3) + FIBRA DE ACERO (27,5kg/m3)						
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	358,60	195,29	874,84	852,06	0,75	27,50

*NOTA:
 - Adición 01 Fibra de polipropileno (CHEMA FIBRA ACRILICA)
 - Adición 02 Fibra de acero (SikaFiber® CHO 80/60 NB)


 Ing. Maxwil Anthony Maza Arias
 CIP: 22454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS

	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO RESUMEN PARA TMN 3/4" DE AGREGADO GRUESO		
PROYECTO:	"ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ EN AYACUCHO -2025"		
SOLICITANTE:	BACH. LUJAN PALOMINO RUDY		
UBICACIÓN:	AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO		
CANTERA:	CANTERA RIO CACHI / CANTERA RIO CACHI		
MATERIAL:	GRAVA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA		
FECHA:	Oct-25		

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN PIE^3 / FINAL

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,0kg/m3) + FIBRA DE ACERO (0,0kg/m3)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1.00	23.20	2.60	2.00	0	0

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,50kg/m3) + FIBRA DE ACERO (10,0kg/m3)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1.00	23.10	2.60	2.00	59	1185

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,65kg/m3) + FIBRA DE ACERO (18,75kg/m3)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1.00	23.10	2.60	2.00	77	2222

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,75kg/m3) + FIBRA DE ACERO (27,5kg/m3)						
Resistencia de diseño (Kg/cm ²)	Cemento (Bolsa)	Agua (L/bolsa)	Agregado grueso	Agregado fino	Adición 01 g	Adición 02 g
210	1.00	23.10	2.60	2.00	89	3259

DOSIFICACIÓN EN PESO(MASA) m^3 / FINAL

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,0kg/m3) + FIBRA DE ACERO (0,0kg/m3)						
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	358,60	196,04	874,84	852,06	0,00	0,00

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,50kg/m3) + FIBRA DE ACERO (10,0kg/m3)						
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	358,60	195,54	874,84	852,06	0,50	10,00

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,65kg/m3) + FIBRA DE ACERO (18,75kg/m3)						
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	358,60	195,39	874,84	852,06	0,65	18,75

MEZCLA PLASTICA + FIBRA DE POLIPROPILENO (0,75kg/m3) + FIBRA DE ACERO (27,5kg/m3)						
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	358,60	195,29	874,84	852,06	0,75	27,50

*NOTA:

- Adición 01 Fibra de polipropileno (CHEMA FIBRA ACRILICA)
- Adición 02 Fibra de acero (SikaFiber® CHO 80/60 NB)


 Ing. Maxwil Anthony Morúa Arias
 Cnt. 122454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ESTRUCTURAS

ENSAYOS DE COMPRESION


INGEOMAX
INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO
EXPERIENCIA EN OBRAS, EQUIPOS Y PERSONAL

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: 5

Fecha: 05/02/2025

Proyecto : "ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'c=210 kg/cm2 EN AYACUCHO -2025"

Solicitante : BACH. LUJAN PALOMINO RUDY
Informe : N° 692-2025-LABINGEOMAX
Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO
Fecha : OCTUBRE - 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										
001	PATRON + 0,00 kg/m3 FP + 0,00 kg/m3 FM (M-1)	11-Oct	18-Oct	15,23	182,18	30,27	12297,0	2,23	347,0	35 305,37	193,80	210	92
002	PATRON + 0,00 kg/m3 FP + 0,00 kg/m3 FM (M-2)	11-Oct	18-Oct	15,24	182,51	30,46	12378,0	2,23	290,5	29 538,14	161,80	210	77
003	PATRON + 0,00 kg/m3 FP + 0,00 kg/m3 FM (M-3)	11-Oct	18-Oct	15,03	177,35	30,49	12089,0	2,24	286,4	29 125,90	164,20	210	78
004	PATRON + 0,00 kg/m3 FP + 0,00 kg/m3 FM (M-4)	11-Oct	25-Oct	15,34	184,91	30,46	12264,0	2,18	488,2	49 711,20	268,80	210	128
005	PATRON + 0,00 kg/m3 FP + 0,00 kg/m3 FM (M-5)	11-Oct	25-Oct	15,27	183,21	29,89	12414,0	2,27	426,1	43 379,70	236,80	210	113
006	PATRON + 0,00 kg/m3 FP + 0,00 kg/m3 FM (M-6)	11-Oct	25-Oct	14,85	173,27	30,13	12385,0	2,37	407,2	41 452,18	239,20	210	114
007	PATRON + 0,00 kg/m3 FP + 0,00 kg/m3 FM (M-7)	11-Oct	08-Nov	15,30	183,88	30,64	12386,6	2,20	571,9	58 257,53	316,80	210	151
008	PATRON + 0,00 kg/m3 FP + 0,00 kg/m3 FM (M-8)	11-Oct	08-Nov	15,40	186,14	30,40	12538,1	2,22	594,4	60 554,86	325,30	210	155
009	PATRON + 0,00 kg/m3 FP + 0,00 kg/m3 FM (M-9)	11-Oct	08-Nov	15,00	176,74	30,28	12519,0	2,34	555,4	56 573,30	320,10	210	152

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

 INGEOMAX INGENIERIA ESTRUCTURAL AL MÁXIMO RESPONSABLES EN PIEL, PUNTEROS Y CONCRETOS	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: 5 Fecha: 05/02/2025

Proyecto : *ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'c=210 kg/cm2 EN AYACUCHO -2025*

Solicitante : BACH. LUJAN PALOMINO RUDY

Informe : N° 692-2025-LABINGEOMAX

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Fecha : OCTUBRE - NOVIEMBRE DE 2025

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

Lugar : AYACUCHO

N° Prueba	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										
001	PATRON + 0.50 kg/m3 FP + 10.00 kg/m3 FM (M-1)	13-Oct	20-Oct	14.94	175.26	30.09	12018.0	2.28	317.7	32 318.70	184.40	210	88
002	PATRON + 0.50 kg/m3 FP + 10.00 kg/m3 FM (M-2)	13-Oct	20-Oct	15.14	180.05	30.18	12469.0	2.29	376.5	38 321.84	212.80	210	101
003	PATRON + 0.50 kg/m3 FP + 10.00 kg/m3 FM (M-3)	13-Oct	20-Oct	14.99	176.48	30.13	12027.0	2.25	369.5	37 606.34	213.10	210	102
004	PATRON + 0.50 kg/m3 FP + 10.00 kg/m3 FM (M-4)	13-Oct	27-Oct	15.22	182.03	30.09	12018.0	2.19	483.8	47 227.58	259.40	210	124
005	PATRON + 0.50 kg/m3 FP + 10.00 kg/m3 FM (M-5)	13-Oct	27-Oct	15.26	182.94	30.17	1269.0	0.23	517.0	52 659.10	287.80	210	137
006	PATRON + 0.50 kg/m3 FP + 10.00 kg/m3 FM (M-6)	13-Oct	27-Oct	15.50	188.64	30.13	11987.0	2.11	533.6	54 351.92	288.10	210	137
007	PATRON + 0.50 kg/m3 FP + 10.00 kg/m3 FM (M-7)	13-Oct	10-Nov	15.25	182.70	30.37	12347.0	2.23	634.6	64 658.85	353.90	210	169
008	PATRON + 0.50 kg/m3 FP + 10.00 kg/m3 FM (M-8)	13-Oct	10-Nov	15.15	180.29	30.50	12620.0	2.29	633.2	64 507.84	357.80	210	170
009	PATRON + 0.50 kg/m3 FP + 10.00 kg/m3 FM (M-9)	13-Oct	10-Nov	15.31	184.02	30.10	11930.0	2.15	640.9	65 299.66	354.80	210	169

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

INGEOMAX

DIRECCION JR. CIRIO ALEGRIA 116 - Jesus Nazareno - Ayacucho, CEL: 990205400, RNM: 9990205400, EMAIL: ingeomax@hotmail.com, laboratorio.ingeomax@gmail.com

Ing. Midwail Anthony Mercede Arias
CIP 137453
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA, OBRAS DE OBRAS Y FUNDACIONES



INGEOMAX
INGENIERIA ESTRUCTURAL AL MAXIMO
Especialistas en Puentes, Muros y
Concreto.

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:	5
Fecha:	05/02/2025

Proyecto : *ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'c=210 kg/cm2 EN AYACUCHO -2025*

Solicitante : BACH, LUJAN PALOMINO RUDY

Informe : N° 692-2025-LABINGEOMAX

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Fecha : OCTUBRE - NOVIEMBRE DE 2025

Región : AYACUCHO

Provincia : HUAMANGA

Distrito : AYACUCHO

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										
001	PATRON + 0.65 kg/m3 FP + 18.75 kg/m3 FM (M-1)	14-Oct	21-Oct	14.99	176.48	30.21	12021.0	2.25	337.6	34 344.17	194.60	210	93
002	PATRON + 0.65 kg/m3 FP + 18.75 kg/m3 FM (M-2)	14-Oct	21-Oct	15.06	178.18	30.42	12042.0	2.22	341.5	34 742.12	195.00	210	93
003	PATRON + 0.65 kg/m3 FP + 18.75 kg/m3 FM (M-3)	14-Oct	21-Oct	15.12	179.43	30.22	12120.0	2.24	303.7	30 886.07	172.10	210	82
004	PATRON + 0.65 kg/m3 FP + 18.75 kg/m3 FM (M-4)	14-Oct	28-Oct	15.25	182.58	30.04	12420.0	2.26	483.3	49 220.39	269.60	210	128
005	PATRON + 0.65 kg/m3 FP + 18.75 kg/m3 FM (M-5)	14-Oct	28-Oct	14.95	175.42	30.05	12047.0	2.29	465.1	47 357.17	270.00	210	129
006	PATRON + 0.65 kg/m3 FP + 18.75 kg/m3 FM (M-6)	14-Oct	28-Oct	15.09	178.72	30.02	12386.0	2.31	433.6	44 169.48	247.10	210	118
007	PATRON + 0.65 kg/m3 FP + 18.75 kg/m3 FM (M-7)	14-Oct	11-Nov	14.97	175.96	29.99	12421.0	2.35	573.2	58 391.63	331.80	210	158
008	PATRON + 0.65 kg/m3 FP + 18.75 kg/m3 FM (M-8)	14-Oct	11-Nov	14.94	175.19	30.12	12205.0	2.31	582.4	59 328.35	338.70	210	161
009	PATRON + 0.65 kg/m3 FP + 18.75 kg/m3 FM (M-9)	14-Oct	11-Nov	14.97	175.96	30.08	12210.0	2.31	578.3	58 913.05	334.80	210	159

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



DIRECCION JR. CIRO ALEGRIA 416 - Jesús Nazareno - Ayacucho. CEL. 999926400. RNM. 999926400. EMAIL: ingeomax@hotmail.com, laboratorio.ingeomax@gmail.com

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
CIP 137452
Especialista en Control de Calidad y Materiales

 INGENIERIA GERENCIAL AL MAXIMO CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y VIVIENDA	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: 5 Fecha: 05/02/2025	

Proyecto : "ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO Y POLIPROPILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO ESTRUCTURAL DE F'c=210 kg/cm² EN AYACUCHO -2025"

Solicitante : BACH. LUJAN PALOMINO RUDY

Informe : N° 892-2025-LABINGEOMAX

Muestra : TESTIGOS DE CONCRETO HIDRAULICO

Fecha : OCTUBRE - NOVIEMBRE DE 2025

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

N° Probeta	Estructura	Fecha		Diámetro testigo (cm)	Area testigo (cm ²)	Altura testigo (cm)	Masa testigo (gr.)	Densidad aparente (gr/cm ³)	Lectura de Rotura (kn)	Lectura de Rotura (kg)	Resistencia testigo (kg/cm ²)	Resistencia Diseño (kg/cm ²)	% Resistencia Obtenida
001	PATRON + 0,75 kg/m ³ FP + 27,50 kg/m ³ FM (M-1)	15-Oct	22-Oct	15,31	183,97	30,05	12220,0	2,21	333,4	33 923,77	184,40	210	88
002	PATRON + 0,75 kg/m ³ FP + 27,50 kg/m ³ FM (M-2)	15-Oct	22-Oct	15,09	178,91	29,98	12004,0	2,24	304,3	30 955,46	173,00	210	82
003	PATRON + 0,75 kg/m ³ FP + 27,50 kg/m ³ FM (M-3)	15-Oct	22-Oct	15,15	180,34	30,05	12147,0	2,24	314,9	32 030,95	177,60	210	85
004	PATRON + 0,75 kg/m ³ FP + 27,50 kg/m ³ FM (M-4)	15-Oct	29-Oct	15,21	181,77	30,39	12338,0	2,23	463,1	47 155,13	259,40	210	124
005	PATRON + 0,75 kg/m ³ FP + 27,50 kg/m ³ FM (M-5)	15-Oct	29-Oct	15,36	185,25	30,46	12226,0	2,17	451,2	45 942,91	248,00	210	118
006	PATRON + 0,75 kg/m ³ FP + 27,50 kg/m ³ FM (M-6)	15-Oct	29-Oct	15,18	181,01	30,05	12152,0	2,23	449,1	45 721,48	252,60	210	120
007	PATRON + 0,75 kg/m ³ FP + 27,50 kg/m ³ FM (M-7)	15-Oct	12-Nov	15,33	184,48	30,47	12338,0	2,20	582,5	59 339,57	321,70	210	153
008	PATRON + 0,75 kg/m ³ FP + 27,50 kg/m ³ FM (M-8)	15-Oct	12-Nov	15,18	180,93	30,39	12226,0	2,22	577,6	58 840,60	325,20	210	155
009	PATRON + 0,75 kg/m ³ FP + 27,50 kg/m ³ FM (M-9)	15-Oct	12-Nov	15,24	182,41	30,48	12152,0	2,19	587,6	59 855,89	328,10	210	156

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


 Ing. Miquel Anthony Morúa Arias
 CIP 137455
 Particular en participación de ingenieros

DIRECCION JR. CIRIO ALFONSO 416 - Jesús Nazareno - Ayacucho, CEL. 996505400, RPA. 999505400, EMAIL: ingeonau@netnet.com, laboratorio.ingeonau@gmail.com

Anexo 4: 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

INGENIERIA 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

Objeto:
Item

PIE DE REY

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



Escanee este QR y encuentre:
Etiqueta electrónica
Certificados originales en pdf
Historio 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

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

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.

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

INGEOMAX
Ing. Maxmil Anthony Morón Arias
CUT 107454
Ingeniero en Geotecnia

Teléfono: (511)766-9297
<https://www.elicromperu.com>

Emiso por: ELICROM PERU S.A.C.
Av. Faustino Sánchez Carrión 615, Jesús María 15076, Edif. Vértice 22 oficina 804 - 805
Lima - Perú

Este informe contiene 4 página(s).
Página 1 de 4



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

INGENIERIA 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 período de calibración según la recomendación del fabricante, uso, análisis de deriva o exactitud de medición.

Objeto:
Item

PIE DE REY



Escanee este QR y encuentre:
Etiqueta electrónica
Certificados originales en pdf
Historico 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

INGEOMAX
Ing. Maxmil Anthony Morote Arias
C.I. 177524
Especialista en Ingeniería de Construcción

Teléfono: (511)766-9297
<https://www.elicromperu.com>

Emite por: ELICROM PERU S.A.C.
Av. Faustino Sánchez Carmon 615, Jesús María 15075, Edif. Vértice 22 oficina 804 - 805
Lima - Perú

Este informe contiene 4 página(s).
Página 1 de 4



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

Calibración

Calibration

Modo de Lectura: Digital

Reading Mode

Unidad de Medida: mm

Unit of Measurement

Resolución: 0,01 mm

Resolution

Intervalo de Medición⁽¹⁾: 0 mm a 300 mm

Measurement Range

Lugar de Calibración: Laboratorio 1 (Elicrom)

Calibration Site

Método de Calibración: Comparación directa con Bloques Patrón Longitudinales (BPL)

Calibration Method

Documento de Referencia: CEM DI-008:2013 (Edición Digital 1)

Reference Document

Procedimiento de Calibración: PEC.EL.22

Calibration Procedure

Condiciones Ambientales: Temperatura del Aire 21,2 °C ± 0,5 °C

Environmental Conditions

Air Temperature

Humedad Relativa del Aire 55,4 %hr ± 0,5 %hr

Air Relative Humidity

Presión Atmosférica 1005 hPa ± 0 hPa

Atmospheric Pressure

Observaciones

Observations

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del objeto de calibración (proporcionada por el fabricante).

⁽³⁾ Para el valor nominal de cero no es posible demostrar trazabilidad metrológica.

⁽¹⁾ Information provided by the customer. Elicrom is not responsible for such information.

⁽²⁾ Information taken from the specifications of the calibration item (provided by the manufacturer).

⁽³⁾ For the nominal value of zero it is not possible to demonstrate metrological traceability.

Declaración de Trazabilidad Metrológica

Statement of Metrological Traceability

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 (INMs).

The calibration results contained in this certificate are traceable to the International System of Units (SI) through an unbroken chain of calibrations through NIST (National Institute of Standards and Technology - United States) or other National Metrology Institutes (NMIs).

INGEOMAX

Ing. Maxmil Anthony Morote Arias
C.R. 120454
Ingeniero en Instrumentos

Teléfono: (511)766-9297
<https://www.elicromperu.com>

Emite por: ELICROM PERU S.A.C.
Av. Faustino Sánchez Carrión 615, Jesús María 15076, Edif. Vértice 22 oficina 804 - 805
Lima - Perú

Este informe contiene 4 página(s).
Página 3 de 4



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 <i>Nominal Value</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Indicación Patrón <i>Standard Reading</i>	Error de Medición (e) <i>Measurement Error (e)</i>	Incertidumbre de Medición (U) <i>Measurement Uncertainty (U)</i>	Factor de Cobertura <i>Coverage Factor</i>
mm	mm	mm	mm	mm	k
0 ^{mm}	0,00	0,000	0,000		
50	50,00	50,000	0,000	0,023	2,00
100	100,00	100,000	0,000	0,020	2,00
150	150,00	150,000	0,000	0,020	2,00
200	200,00	200,000	0,000	0,020	2,00
250	250,00	250,000	0,000	0,020	2,00
300	300,00	300,000	0,000	0,020	2,00

Bocas para Medidas de Interiores

Measuring Faces for Internal Measurements

Valor Nominal <i>Nominal Value</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Indicación Patrón <i>Standard Reading</i>	Error de Medición (e) <i>Measurement Error (e)</i>	Incertidumbre de Medición (U) <i>Measurement Uncertainty (U)</i>	Factor de Cobertura <i>Coverage Factor</i>
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

Sonda de Profundidad

Depth Measuring Rod

Valor Nominal <i>Nominal Value</i>	Indicación Ítem <i>Item Reading</i>	Indicación Patrón <i>Standard Reading</i>	Error de Medición (e) <i>Measurement Error (e)</i>	Incertidumbre de Medición (U) <i>Measurement Uncertainty (U)</i>	Factor de Cobertura <i>Coverage Factor</i>
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. Maxwil Anthony Aguilar Arias
CIP 132754
Ingeniero de Mantenimiento en Instrumentos

Teléfono (511)766-9297
<https://www.elicromperu.com>

Emite por: ELICROM PERU S.A.C.
Av. Faustino Sánchez Carrón 615, Jesús María 15076, Edif. Vértice 22 oficina 804 - 805
Lima - Perú

Este informe contiene 4 página(s).
Página 4 de 4

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. CIRO 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 realize 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

Number of pages of the certificate and documents attached

04

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

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

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Br. Felix Jaramillo Castillo
Metrología Laboratorio de Metrología



LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza - Longitud - Masa - Temperatura

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

INGEOMAX
Ing. Maxwell Anthony Morale Arias
CIP 107454
Ingeniero de Mantenimiento y Reparación de Máquinas y Equipos

F-00862-002 R0

Page / Pág. 2 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 precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, 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 precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio $S_{1,2,y}$	Errores Relativos	
		S_1 Ascendente	S_2 Ascendente	S_3 Ascendente		Indicación q	Repetibilidad b
= %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	200,00	203,686	203,277	204,034	203,665 6	-1,80	0,365
95,0	950,00	968,328	964,880	965,740	966,315 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 $S_{1,2,y}$
		S_1 Ascendente	S_2 Ascendente	S_3 No Aplica	S_4 Ascendente	S_5 No Aplica	
= %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	200,00	199,842	199,611	----	199,683	----	199,778 5
30,0	300,00	299,991	300,017	----	299,930	----	299,979 1
40,0	400,00	400,187	400,494	----	400,417	----	400,365 9
50,0	500,00	500,610	500,656	----	500,309	----	500,524 7
60,0	600,00	600,413	600,342	----	600,510	----	600,421 6
70,0	700,00	701,204	701,566	----	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	----	900,529	----	900,829 4
100,0	1000,00	999,943	999,465	----	999,826	----	999,744 7

Tabla 3.

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

$f_{0,51}$ %	$f_{0,52}$ %	$f_{0,53}$ %	$f_{0,54}$ %
0,000	0,000	----	0,000

LMPC-05-F-01 R15.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

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

INGEOMAX
Ing. Maxwell Anthony Morales Arias
CIP 133564
Ingeniería en Instrumentación y Electrónica

F-00862-002 R0

Página 3 de 4

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continúa...

Tabla 4.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Error Relativo de ...			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad		U		
= %	kN	q %	b %	v %	a %	kN	%	-----
20,0	200,00	0,11	0,136	-----	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	-0,09	0,076	-----	0,003	0,42	0,11	2,06
50,0	500,00	-0,10	0,069	-----	0,002	0,53	0,11	2,05
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	0,093	2,10
100,0	1000,00	0,026	0,048	-----	0,001	0,81	0,081	2,03

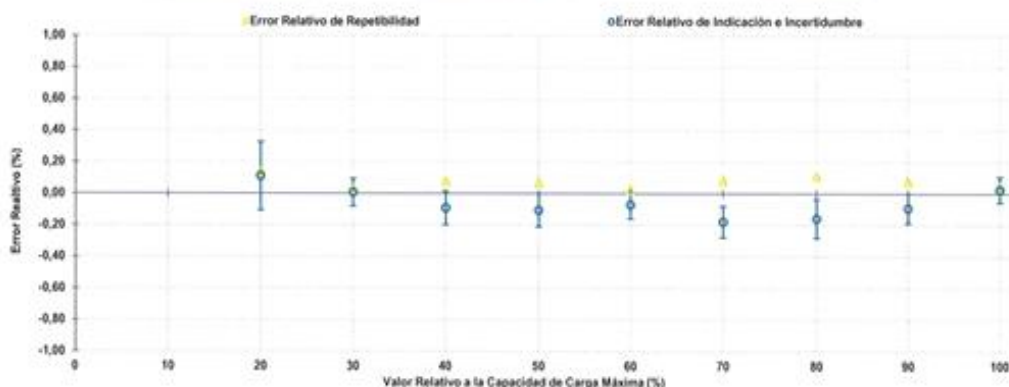


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

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
1,087 352 E-00	9,886 412 E-01	3,077 640 E-05	-2,066 111 E-08

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

LMPC-05-F-01 R15.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

Calle Dámaso Palma No. 998 Urb. San Isidro - Bellavista - Callao 1511563 PERÚ

INGEOMAX

Ing. Maxwil Anthony Morales Arias
CIP 133747

F-00862-002 RO

Page / Pág. 4 de 4

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

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

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 metroológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, 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	C8S	930039	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**

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R15.0

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR LTDA.

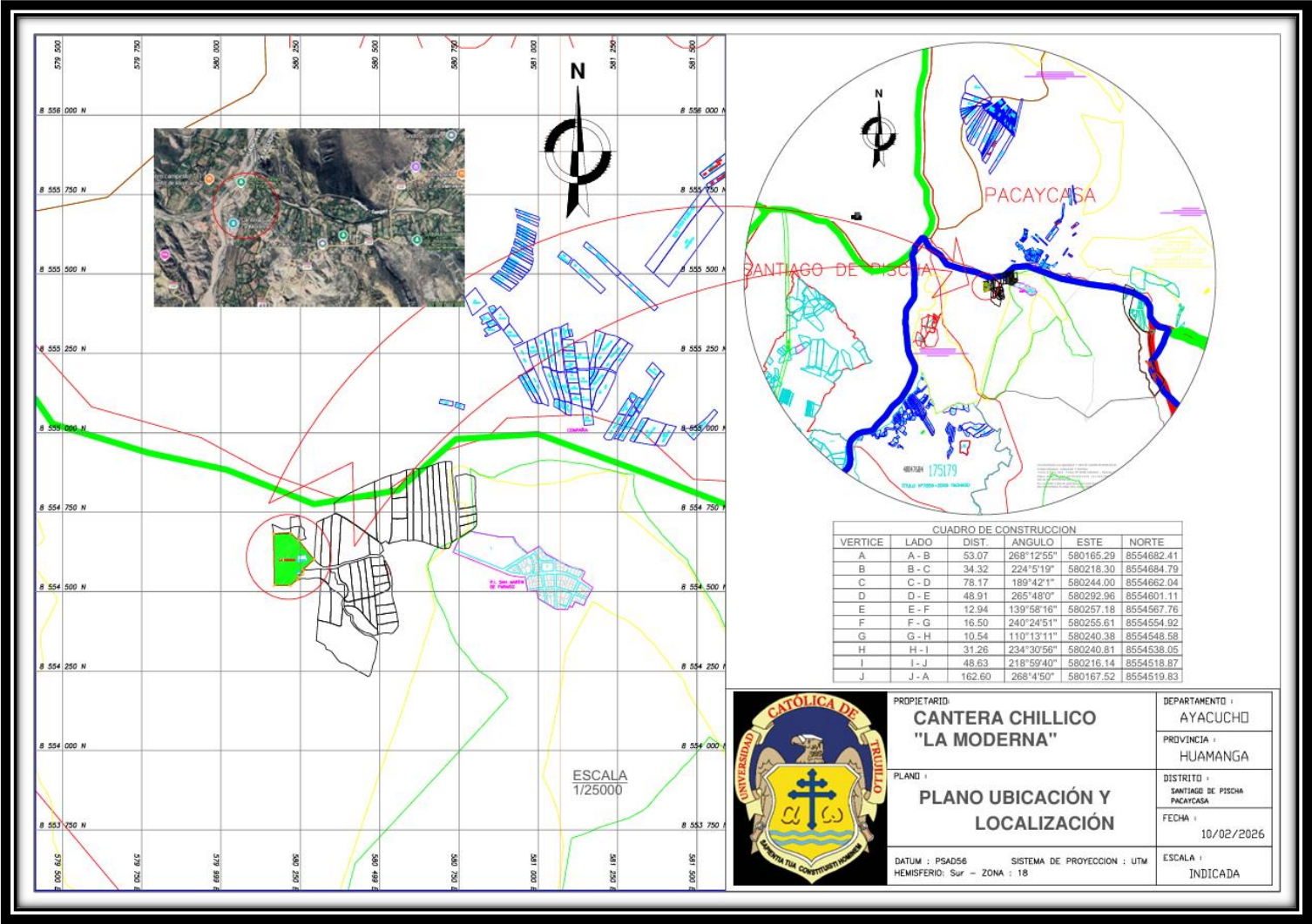
Fuerza • Longitud • Masa • Temperatura

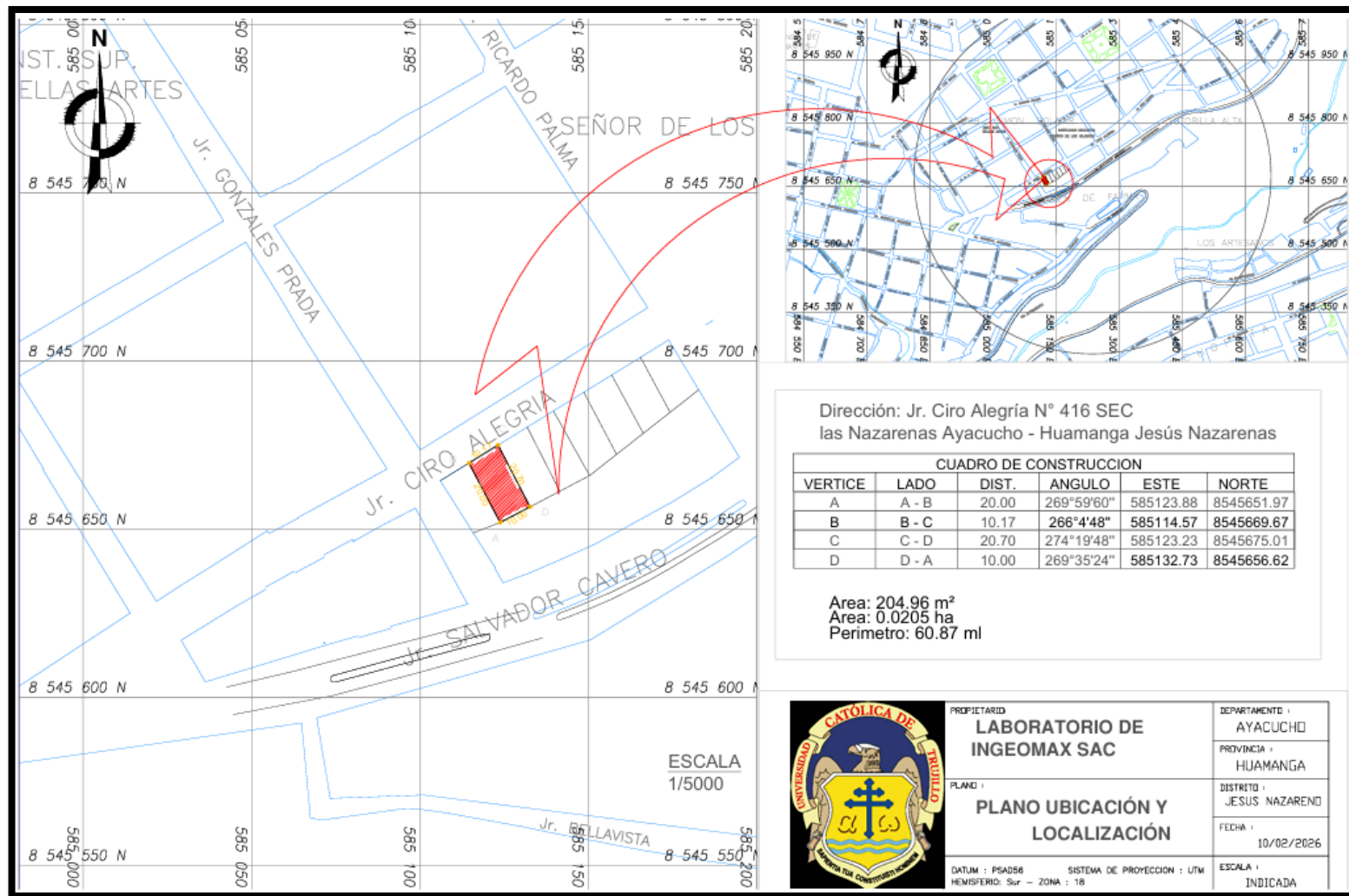
Calle Ricardo Palma No. 998 Urb. San Joaquín - Bellavista - Callao (+51 1) 562 1263 www.pinzuar.com.co

INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morales Arias
CUI 138424
Especialista en Metrología y Mecánica Industrial

Anexo 5: Plano





Anexo 6: REPORTE DE TURNITIN

Rudy LUJAN PALOMINO

Rudy LUJAN PALOMINO

 TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:588072811

Fecha de entrega

8 may 2026, 13:23 GMT-5

Fecha de descarga

8 may 2026, 13:26 GMT-5

Nombre del archivo

Versión turnitin - Lujan Palomino Rudy.docx

Tamaño del archivo

2.5 MB

49 páginas

16.286 palabras

85.018 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

- 14%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 15%  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

- 14% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 15% 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	
hdl.handle.net	3%	
2	Internet	
repositorio.uct.edu.pe	2%	
3	Internet	
repositorio.ucv.edu.pe	<1%	
4	Internet	
1library.co	<1%	
5	Internet	
repositorio.upt.edu.pe	<1%	
6	Trabajos del estudiante	
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERÍA on 2026-01-30	<1%	
7	Trabajos del estudiante	
Universidad Cesar Vallejo on 2024-03-26	<1%	
8	Internet	
repositorio.unsch.edu.pe	<1%	
9	Internet	
repositorio.upse.edu.ec	<1%	
10	Internet	
repositorio.upla.edu.pe	<1%	
11	Trabajos del estudiante	
Universidad Cesar Vallejo on 2022-12-15	<1%	

12	Trabajos del estudiante	Universidad Privada de Tacna on 2019-11-25	<1%
13	Internet	repositorio.uncp.edu.pe	<1%
14	Internet	repositorio.unsaac.edu.pe	<1%
15	Internet	es.scribd.com	<1%
16	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-22	<1%
17	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes on 2025-10-21	<1%
18	Internet	repositorio.urp.edu.pe	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Internacional de la Rioja on 2025-01-30	<1%
20	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Huancavelica on 2025-09-29	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-18	<1%
22	Internet	repositorio.uss.edu.pe	<1%
23	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2025-05-27	<1%
24	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2018-06-01	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-07-08	<1%

26	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2025-03-31	<1%
27	Trabajos del estudiante	uncedu on 2023-11-25	<1%
28	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%
29	Internet	www.hindawi.com	<1%
30	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego 2025 on 2025-11-28	<1%
31	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes on 2026-04-20	<1%
32	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2021-10-18	<1%
33	Internet	www.ricuc.cl	<1%
34	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2018-12-06	<1%
35	Trabajos del estudiante	Facultad de Psicología on 2026-01-19	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica del Peru on 2026-05-03	<1%
37	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-02-10	<1%
38	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
39	Publicación	C. J. Carrasco-Ahen, G. A. Monzon-Diaz. "Continuous improvement of concrete pro...	<1%

40	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2018-09-06	<1%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-01-18	<1%
42	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
43	Trabajos del estudiante	Universidad Católica de Santa María on 2017-09-05	<1%
44	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2020-07-30	<1%
45	Trabajos del estudiante	Universidad Militar Nueva Granada on 2016-07-19	<1%
46	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca on 2025-10-02	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2023-03-03	<1%
48	Internet	issuu.com	<1%
49	Internet	repositorio.undac.edu.pe	<1%
50	Internet	www.slideshare.net	<1%
51	Trabajos del estudiante	POSGRADO on 2025-09-10	<1%
52	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-12-12	<1%
53	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Ingenieria on 2025-10-03	<1%

54	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Piura on 2022-06-29	<1%
55	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga on 2025-11-14	<1%
56	Internet	repositoriotec.tec.ac.cr	<1%
57	Trabajos del estudiante	Universidad Alas Peruanas on 2018-11-28	<1%
58	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2017-04-17	<1%
59	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2018-06-21	<1%
60	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2023-10-13	<1%
61	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-08-10	<1%
62	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2025-06-19	<1%
63	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica de los Andes on 2026-04-30	<1%
64	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
65	Internet	repositorio.ucp.edu.pe	<1%
66	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%
67	Internet	repositorio.unab.edu.pe	<1%

68	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2020-07-04	<1%
69	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2022-10-29	<1%
70	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-09	<1%
71	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2021-09-29	<1%
72	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Colombia on 2023-06-02	<1%
73	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Trujillo on 2024-05-27	<1%
74	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Trujillo on 2024-08-22	<1%
75	Trabajos del estudiante	Universidad Privada del Norte on 2023-08-21	<1%
76	Internet	revistacolombianaentomologia.univalle.edu.co	<1%
77	Trabajos del estudiante	uncedu on 2024-04-10	<1%
78	Internet	www.haberkorn.com	<1%
79	Internet	www.spell.org.br	<1%
80	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez on 2025-05-02	<1%
81	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2017-12-13	<1%

82	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco on 2018-03-22	<1%
83	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2024-11-25	<1%
84	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo on 2025-07-13	<1%
85	Trabajos del estudiante	Universidad Continental on 2024-08-16	<1%
86	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Federico Villarreal on 2024-09-01	<1%
87	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Ingenieria on 2026-02-11	<1%
88	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica del Perú on 2025-04-01	<1%
89	Trabajos del estudiante	Universidad San Ignacio de Loyola on 2018-11-19	<1%
90	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru on 2024-12-14	<1%
91	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru on 2025-08-07	<1%
92	Trabajos del estudiante	Universidad del Pacifico on 2025-04-01	<1%
93	Trabajos del estudiante	Webster University on 2022-11-13	<1%
94	Internet	cybertesis.uni.edu.pe	<1%
95	Internet	publicaciones.usanpedro.edu.pe	<1%

96	Internet	sap.org.ar	<1%
97	Internet	www.ptolomeo.unam.mx:8080	<1%
98	Internet	www.regionjunin.gob.pe	<1%
99	Internet	www.scipedia.com	<1%
100	Internet	www.trustedshops.nl	<1%

Rudy LUJAN PALOMINO

Rudy LUJAN PALOMINO

 TESIS

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::3117:588072811

Fecha de entrega

8 may 2026, 13:23 GMT-5

Fecha de descarga

8 may 2026, 13:27 GMT-5

Nombre del archivo

Versión turnitin - Lujan Palomino Rudy.docx

Tamaño del archivo

2.5 MB

49 páginas

16.286 palabras

85.018 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 resaltarán 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.

