



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos y Microsílice en las
Propiedades del Concreto $f'_c=210$ Kg/Cm², Para el uso en
Pavimento Rígido, Av. La Victoria, Distrito San Juan Bautista -
Ayacucho - 2022

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

AUTOR:

Cuya Pillaca Edwin Teodoro (ORCID: 000-0002-4375-8191)

ASESOR:

Dr. Tello Malpartida Omart Demetrio (ORCID: 000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación primeramente a Dios por permitirme la vida y salud, los cuales me permitieron desarrollarme como persona de bien.

En segundo plano dedico a mis padres por brindarme el apoyo incondicional durante toda la etapa de mi formación profesional, quienes me motivaron valores de superación para lograr mis metas propuestas.

AGRADECIMIENTO

Principalmente a mis padres por darme la vida, por su apoyo incondicional que me brindaron durante toda la etapa de mis estudios; que gracias a ellos seguí una carrera universitaria y que es uno de los logros más importantes.

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad brindada para llevar el curso taller de titulación en la carrera de Ingeniería Civil; así mismo al Dr. Ing. Tello Malpartida Omart Demetrio por asesorarme en la elaboración de la Tesis.

En general a mi familia y amigos por la confianza, apoyo y aprecio depositado hacia mi persona, cuando se necesitaba del aliento al afrontar el trabajo de investigación que en su momento parecía interminable.

Índice de contenidos

CARATULA	ii
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
Resumen	x
Abstrac.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y Diseño De Investigación	15
3.1.1 Tipo de Investigación.....	15
3.1.2 Nivel de Investigación	15
3.2. Variable y Operacionalización.....	16
3.3. Población, Muestra y Muestreo	17
3.3.1 Población	17
3.3.2 Muestra	17
3.3.3 Muestreo	18
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	18
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de Análisis de Datos	41
3.7. Aspectos Éticos.....	42
IV. RESULTADOS	43
4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información	43
4.1.1. Diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm ² para un concreto hidráulico.	43
4.1.2. Dosificación fibras de acero reciclado y microsílíce.	43
4.1.2. Preparación de mezcla	44
4.1.3. Fabricación de muestras.....	44
4.1.4. Resultados de la consistencia del concreto estándar vs concreto reforzado con fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce.	46

4.1.5.	Coeficiente de permeabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	50
4.1.6.	Resistencia compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	554
4.1.7.	Resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	63
4.1.8.	Resistencia a la tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm ²	71
V.	DISCUSIÓN.....	78
VI.	CONCLUSIONES.....	43
VII.	RECOMENDACIONES.....	86
	REFERENCIAS	87
	ANEXOS	90

Índice de tablas

Tabla1. Numero de ensayos realizados.....	18
Tabla2. Propiedades Físicas de los Agregados	25
Tabla3. Prueba de mezcla del concreto.....	29
Tabla4. Número de capas requeridas en la elaboración de vigas para el ensayo de flexión del concreto.....	40
Tabla5. Consistencias (cm) de la muestra estándar vs la muestra reforzada y con fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce según diseño.....	46
Tabla6. Prueba de normalidad de la variable Slump	48
Tabla7. Prueba T para comparar una muestra a un valor	49
Tabla8 Prueba de Tukey para slump	49
Tabla9. Permeabilidad del concreto F'c 210 kg/cm ²	51
Tabla10. Prueba de normalidad de la variable permeabilidad.....	52
Tabla11. Prueba T para comparar una muestra a un valor.....	53
Tabla12. Prueba de Tukey para Permeabilidad.....	54
Tabla13. Resistencia a la compresión a los 7 días.....	56
Tabla14. Resistencia a la compresión a los 14 días.....	58
Tabla15. Resistencia a la compresión a los 28 días.....	59
Tabla16. Prueba de normalidad de la variable Resistencia a la compresión	62
Tabla17. Prueba T para comparar una muestra a un valor.....	62
Tabla18. Prueba de Tukey para la resistencia a la compresión.....	63
Tabla19. Resistencia a la flexión a los 7 días.....	64

Tabla20. Resistencia a la flexión a los 14 días	66
Tabla21. Resistencia a la flexión a los 28 días	67
Tabla22. Prueba de normalidad de la variable Resistencia a la flexión	69
Tabla23. Prueba T para comparar una muestra a un valor	70
Tabla24. Prueba de Tukey para la resistencia a la flexión.....	70
Tabla25. Resistencia a tracción por la prueba diametral a los 7 días	71
Tabla26. Resistencia a tracción por la prueba diametral a los 14 días.....	73
Tabla27. Resistencia a tracción por la prueba diametral a los 28 días.....	74
Tabla28. Prueba de normalidad de la variable Resistencia a la tracción.....	76
Tabla29. Prueba T para comparar una muestra a un valor.....	76
Tabla30. Prueba de Tukey para la resistencia a la tracción	77

Índice de figuras

Figura 1.	Composición Típica Del Concreto	101
Figura 2.	Fibras De Acero Utilizadas En Concreto.	122
Figura 3.	Curva Esfuerzo Deformación De Las Fibras De Acero Recicladas	123
Figura 4.	Esquema De La Densificación De La Microsílice En El Concreto.	134
Figura 5.	Sección Típica De Un Pavimento Rígido	145
Figura 6.	Obtención De Cemento Apu Para El Diseño De Mezcla.....	201
Figura 7.	Selección Del Agregado Grueso.....	212
Figura 8.	Selección Del Agregado Fino	212
Figura 9.	Proceso De Extracción De La Fibra De Acero	223
Figura 10.	Fibra De Acero Obtenido	223
Figura 11.	Clasificación Del Agregado Grueso	234
Figura 12.	Clasificación Del Agregado Fino.....	235
Figura 13.	Elaboración Del Diseño De Mezcla Patrón.....	29
Figura 14.	Diseño De Mezcla Con Adición De Fibra De Acero Y Microsilice.....	29
Figura 15.	Preparación de Los Moldes Para Briquetas De Concreto.....	313
Figura 16.	Elaboración De Las Briquetas De Concreto.....	324
Figura 17.	Elaboración De Las Briquetas De Concreto.....	335
Figura 18.	Elaboración De Las Briquetas De Concreto.....	335
Figura 19.	Elaboración De Las Briquetas De Concreto.....	346

Figura 20.	Almacenado De Probetas De Concreto.....	36
Figura 21.	Curado De Probetas De Concreto	37
Figura 22.	Preparación De La Prensa De Rotura De Concreto.....	39
Figura 23.	Preparación De La Prensa De Rotura De Concreto.....	39
Figura 24.	Preparación De La Prensa De Rotura De Concreto.....	380
Figura 25.	Probetas Ensayadas A Compresión	380
Figura 26.	Preparación De La Prensa De Rotura De Concreta Tracción.....	391
Figura 27.	Preparación De Las Vigas Prismáticas De Concreto	413
Figura 28.	Slump Patrón e Incorporación De Fibra De Acero Y Micro Sílice	49
Figura 29.	Permeabilidad Del Concreto F' C 210 Kg/Cm2	513
Figura 30.	Resistencia De Compresión A Los 7 Días.....	59
Figura 31.	Resistencia De Compresión A Los 14 Días.....	580
Figura 32.	Resistencia De Compresión A Los 28 Días.....	602
Figura 33.	Resistencia A La Compresión De Los Grupos De Prueba	613
Figura 34.	Resistencia De Flexión A Los 7 Días	665
Figura 35.	Resistencia De Flexión A Los 14 Días.....	68
Figura 36.	Resistencia De Flexión A Los 28 Días.....	680
Figura 37.	Resistencia De Tracción A Los 7 Días	724
Figura 38.	Resistencia De Tracción A Los 14 Días.....	735
Figura 39.	Resistencia De Tracción A Los 28 Días.....	77

Resumen

La investigación tuvo como propósito determinar cuáles son los efectos que tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², el tipo de investigación elegido fue por enfoque de tipo cuantitativo y por propósito es de tipo aplicada, el nivel de investigación corresponde al nivel explicativo, ya que en esta investigación se manipulara las Fibras del Acero y Microsílíce para ver los efectos que producen en las Propiedades del Concreto $f'c=210$ kg/cm², la población estuvo constituida por el concreto $f'c=210$ kg/cm², la muestra estuvo conformada por 18 probetas cilíndricas y 9 vigas de un concreto patrón, 54 probetas cilíndricas, así como también 27 vigas prismáticas de un concreto adicionado (con distintas dosis de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce), el muestreo fue no probabilístico. El procedimiento de la investigación se desarrolló de acuerdo a las normas ASTM para los distintos ensayos realizados en laboratorio. Los principales resultados fueron; la permeabilidad disminuye en 22.06%, el slump se mantiene dentro del rango de diseño, la resistencia a compresión aumenta en 19.68%, la resistencia a flexión aumenta en 9.25%, la resistencia a tracción aumenta en 50%. se ha llegado a la conclusión que los efectos de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades del concreto $f'c$ 210 kg/cm² son positivos porque mejoran las propiedades del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimentos rígidos. Determinándose que la dosificación MD3 (Diseño N° 03) es la que presenta los mejores resultados.

Palabras clave: Fibras de acero; Microsílíce; Propiedades del concreto.

Abstract

The purpose of the research was to determine the effects of the incorporation of recycled steel fibers from tires and microsilica on the properties of concrete $f'c$ 210 kg/cm², the type of research chosen was quantitative and applied, the level of research corresponds to the explanatory level, The research level corresponds to the explanatory level, since in this research the steel fibers and microsilica will be manipulated to see the effects they produce on the properties of concrete $f'c=210$ kg/cm², the population was constituted by concrete $f'c=210$ kg/cm², the sample consisted of 18 cylindrical specimens and 9 beams of a standard concrete, 54 cylindrical specimens, as well as 27 prismatic beams of an added concrete (with different doses of recycled steel fibers from tires and microsilica), the sampling was non-probabilistic. The research procedure was developed according to ASTM standards for the different tests carried out in the laboratory. The main results were; permeability decreases by 22.06%, slump remains within the design range, compressive strength increases by 19.68%, flexural strength increases by 9.25%, tensile strength increases by 50%. it has been concluded that the effects of the incorporation of recycled tire steel fibers and microsilica on the properties of concrete $f'c$ 210 kg/cm² are positive because they improve the properties of concrete $f'c$ 210 kg/cm² for use in rigid pavements. It was determined that the MD3 dosage (Design No. 03) is the one that presents the best results.

Keywords: Steel fibers; Micro silica; Concrete properties.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se ha observado que la construcción de pavimentos va tomando mayor importancia en las ciudades; sin embargo, este hecho genera un impacto ambiental en nuestro planeta, debido a ello se busca mitigar este impacto con la utilización de diferentes materiales reciclados, mejorando también las propiedades concretas y dinámicas del concreto en la construcción de pavimentos rígidos. (Abanto, 2009, p. 9).

En el mundo, se viene investigando al concreto añadiendo aditivos, fibras orgánicas obteniendo así incrementos en su durabilidad, resistencia y se reduzca la cantidad de cemento. Por esa razón países como México, Colombia y EE. UU plantean mejorar el concreto para que este material obtenga mayor resistencia contra cargas mediante el uso de aditivos como microsílíce, ceniza volante y fibras obteniendo un mejor esfuerzo a compresión y flexión comparado con el concreto común para que de esa manera se pueda obtener un material más duradero y funcional en las estructuras. (Accilio y Chancas, 2020).

Ante ese hecho, Perú, va realizando investigaciones respecto al concreto para mejorar su durabilidad, para ello se realizaron estudios donde se le agrega al concreto microsílíce y fibras obteniendo mejoras en las propiedades del concreto tanto físicas y mecánicas. Asimismo, como una forma de reciclar utilizaron hule reciclado de neumáticos en el concreto donde contribuyó a la mayor resistencia a tracción.

En el ámbito de la construcción de pavimentos se plantean soluciones a la baja resistencia a tracción del concreto, tales como incrementar el espesor de la losa o reforzar la parte inferior de la losa con mallas de acero corrugado; pero esto incrementa el costo del proyecto y no es viable optar por esta opción. Las losas de pavimentos sean sencillas o armadas, están afectados por la intemperie, cambios bruscos en la temperatura, esto genera fallas por fatiga en el pavimento, agravándose por sobrecargas vehiculares no previstas, sin embargo investigaciones nacionales e internacionales realizan estudios con la finalidad de

perfeccionar las características del concreto mediante el uso de aditivos como el microsilíce que ayuda a incrementar la resistencia, no obstante también se busca que esta adición no disminuya las características físicas del concreto como la trabajabilidad. Otras investigaciones hacen mención al uso de filamentos de acero en la preparación del concreto ya que estas proporcionan mayor tenacidad y ductilidad al concreto. El uso de estos aditivos y adiciones nos permiten obtener concretos de alta resistencia, reduciendo las fisuras y otorgando como producto pavimentos con menor espesor de losa y que estos ejecuten con el nivel de servicio durante su vida útil. (Carrasco, 2019, p. 12).

Actualmente, en la región de Ayacucho no hay investigaciones sobre la integración de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce al concreto, por lo que existe una iniciativa para permitir que estos elementos se incorporen en la mezcla del concreto hidráulico, con el fin de conocer el comportamiento de esta unión en las características del concreto para su uso en pavimentos rígidos en la provincia de Huamanga, en la Av. la Victoria, Distrito San Juan Bautista; siendo esta una de las vías principales con alto flujo de tránsito vehicular, cargas cíclicas, altas solicitaciones y agentes climáticos. Estos agentes que provocan el rápido deterioro del pavimento rígido requieren de un concreto con mejoras en sus propiedades, para luego obtener mejores resultados tanto económica y técnicamente.

Esta investigación planteará la interrogante del **problema general**: ¿Cuáles son los efectos que tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², para el uso en pavimento rígido, en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?; mientras que los problemas específicos de esta investigación son: **Pe1**: ¿En qué medida influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce en relación al slump del concreto $f'c$ 210 kg/ cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022? **Pe2**: ¿Cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce en relación a la permeabilidad del concreto $f'c$ 210 kg/ cm² para el uso en pavimento

rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022? **Pe3:** ¿De qué manera influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022? **Pe4:** ¿De qué manera influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022? **Pe5:** ¿Cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la tracción del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?

Esta investigación se **justifica** en los siguientes aspectos: **Teóricamente** el trabajo de investigación se justifica en que al agregar fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en el concreto permitirán mejorar los resultados de las propiedades del concreto; y así demostrar que al añadir estos elementos al concreto mejora las condiciones del concreto hidráulico lo cual garantizara un espesor de losa óptimo en su aplicación de pavimentos rígidos que lo harán más competente. En la **práctica**, la presente investigación contribuirá en analizar el resultado que se obtendrá al incorporar las fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce en las características físico y mecánicas del concreto, para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, debido a que en esta zona hay un alto tránsito de flujo vehicular, altas solicitaciones, etc., La correcta dosificación de estos materiales permitirá cuantificar la mejora alcanzada en el concreto. Así mismo será beneficioso, porque permitirá sentar las bases de investigaciones futuras con referencia al tema en estudio. En el ámbito **social**, la investigación permitirá mejorar las propiedades del concreto hidráulico y así poder mitigar el rápido desgaste y extender la vida útil de estos pavimentos rígidos, con ello conservar las vías, utilizando material reciclado. Así de esta manera, se busca reducir el deterioro y reducir los costos de mantenimiento, se optimiza el espesor

de losa del pavimento, mejoran los niveles de servicio y se optimizan costos beneficiando de manera directa e indirecta a los pobladores de la ciudad de Ayacucho.

Esta investigación, plantea el siguiente **objetivo general**: Determinar cuáles son los efectos que tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades del concreto $f'c$ 210 kg/cm², para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. Y cuyos **objetivos específicos** de esta investigación son: **Oe1**: Evaluar en qué medida influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación al slump del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. **Oe2**: Determinar cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la permeabilidad del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. **Oe3**: Conocer de qué manera influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. **Oe4**: Desarrollar de qué manera influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la resistencia a la flexión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. **Oe5**: Demostrar cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la tracción del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022.

De acuerdo a los objetivos esta investigación, plantea la siguiente **hipótesis general**: El efecto que tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en el concreto $f'c=210$ kg/cm², es significativamente positivo para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. Mientras que las **hipótesis**

específicas de esta investigación son: **He1:** La adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye significativamente en relación al slump del concreto $f'c=210$ kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. **He2:** La adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye significativamente en relación a la permeabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. **He3:** La adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye significativamente en relación a la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. **He4:** La adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce interviene significativamente en relación a la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022. **He5:** La adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye significativamente en relación a la tracción del concreto $f'c=210$ kg/cm² para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Se buscó toda la información necesaria con respecto a antecedentes que se encuentren relacionados con el tema de investigación teniendo los siguientes resultados:

Como Antecedentes tenemos:

Domski (2017), en su artículo ***“Comparación de las características mecánicas de la fibra de acero de ingeniería y de los residuos utilizados como refuerzo para el concreto”***, tuvo como objetivo utilizar las fibras de acero reciclado y comparar sus características de estas con las fibras de acero comerciales de la industria de la ingeniería. Los **resultados** muestran que los filamentos de acero reciclados obtuvieron una resistencia a tracción 14% y una ductilidad del 9% más elevada respecto a los filamentos de acero comercial. La característica de la tensión y deformación de estos, también se diferencian significativamente demostrando que este concreto obtiene una resistencia a tracción, flexión de 5.7 MPa y 3.9 MPa.

Vaitkus (2021), en su artículo ***“Estructuras de pavimento modular de concreto con espesor optimizado según las características de mezclas de concreto de alto rendimiento con fibras y humo de sílice”***, tuvo como objetivo mejorar el espesor de los pavimentos. El concreto de clase C30/37 se usa generalmente para los pavimentos que van sobre una base rígida, semirrígida o flexible. Este concreto tiene características para el diseño y su resistencia a tracción, flexión están entre 4.5-5.4 MPa y 2.8-3.7 MPa. Las características de diseño se incrementan al densificar la mezcla y esto se puede realizar agregando fibras de acero, humo de silicio o polipropileno. El concreto de alto rendimiento tiene mejores características que van entre un 20 y 60% más altas respecto al concreto convencional (C30/37), con esto hay mayores probabilidades de reducir losas de pavimento. Al analizar teóricamente concreto con mezclas de alto

rendimiento (C40/50, C45/55, C50/60) mostraron que podrían reducir el espesor en las losas en un 6% y 39% a comparación de pavimentos de concreto común, según el método de diseño y las propiedades de esta. Finalmente se determinaron tres mezclas de concreto con el cual se reduce el costo del pavimento y el espesor de esta: i) 49.5kg/m³ de fibras de acero; ii) 10 kg/m³ de fibras de polipropileno (tipo A); iii) 49.5 kg/m³ de fibras de acero y 25.2 kg/m³ de humo de sílice, **demonstrando** que este concreto obtiene características para el diseño y su resistencia a tracción, flexión están entre 5.9 MPa y 4.2 MPa.

Mastali (2019), en su artículo ***“Una comparación de los efectos de los aglutinantes puzolánicos sobre las propiedades del concreto reforzados con fibras de llantas”***, tuvo como objetivo examinar el efecto que produce sustituir cemento ordinario con cenizas volantes y humo de silicio sobre las propiedades del concreto reforzado con filamentos de llantas desechados. Se utilizaron fibras de acero reciclado en volúmenes de 0.5% y 1%, por otra parte, se utilizó cenizas volantes y humo de silicio estos en reemplazo del cemento ordinario con respecto a su peso 10%,20% y 40%. La adición de fibras a la mezcla mejoro el comportamiento a flexión. El humo de sílice tuvo mayor impacto en la mejora de las propiedades en estado endurecido respecto a las cenizas volantes. Obteniendo **resultados** de incremento en su durabilidad del 8%, 20% y 30% con respecto a un concreto convencional.

Carrasco (2019), en su tesis ***“Resistencia a la rotura en pavimentos incorporando micro sílice”***, su propósito fue: Conocer los esfuerzos permisibles en un pavimento, incorporando en su diseño de mezcla el microsíllice. Se **concluye** que al adicionar 1% de polycarboxilato y 10% de micro sílice en el diseño de mezcla se incrementa la resistencia a compresión $f'c=988.28\text{kg/cm}^2$ respecto a la muestra patrón $f'c=315\text{ kg/cm}^2$, de acuerdo al ensayo de laboratorio realizado.

Aureliano (2018), en su tesis titulada “**Acero trefilado para el concreto usado para pavimentos rígidos**”, su propósito principal fue determinar el efecto de acero trefilado en el concreto para mejorar la resistencia a compresión y flexión aplicado a losas de pavimentos, los resultados son la reducción de agua (R.A) en un 30%, adicionando 1% de plastificante y 20 kg/m³ de acero trefilado, con esto se obtuvo una resistencia a compresión $f'c=378\text{kg/cm}^2$ y $f'c=79\text{kg/cm}^2$ de resistencia a flexión a los 28 días, se **determinó** que al utilizar acero trefilado y un aditivo plastificante incrementan la resistencia a compresión y flexión del concreto ($f'c=280\text{ kg/cm}^2$ a $f'c=378\text{ kg/cm}^2$ y $M'r=44\text{kg/cm}^2$ a $M'r=79\text{ kg/cm}^2$) con esto se muestra un aumento considerable en la resistencia del concreto a los 28 días, que será utilizado en losa de pavimento rígido.

Accilio y Chancas (2020) en su tesis “**Concreto adicionado con fibras de acero y microsílce, Lima 2020**”, tuvo como propósito realizar una evaluación de la influencia en el hormigón $f'c=210\text{kg/cm}^2$ adicionando fibras de acero y microsílce. Primeramente, se realizaron el análisis de los agregados lo cual es el fundamento primordial con el objetivo de iniciar con el diseño de mezcla por el ACI 211. Por medio de un conjunto de modelo determinado en porcentajes, se incorporaron las proporciones de fibra de acero y microsílce. Seguidamente se definieron tres grupos con distintas proporciones de estas adiciones i) fibra de acero 1% respecto a la carga del concreto y microsílce 5% respecto a la carga del cemento ii) filamentos de acero 1.5% respecto al peso del concreto y microsílce 7.5% respecto al peso del cemento iii) filamento de acero 2% respecto al peso del concreto y micro sílice 10% respecto al peso del cemento. Se **concluye** que existe un incremento en la resistencia a compresión a los 28 días, en el tercer grupo se obtuvo un $f'c= 362\text{ kg/cm}^2$ esto representa un aumento del 122% respecto al concreto patrón. En el agrupamiento tres se verifico la resistencia a tracción de 45 kg/cm² que representa un incremento del 150% con relación al concreto patrón, se utilizó el método radial. La resistencia a tracción por flexión en el grupo tres dio un resultado de 55 kg/cm² que identifica un aumento del 167% con relación al

concreto patrón. Asimismo, al incorporar fibras de acero y microsílíce reduce la manipulación (trabajabilidad) de la mezcla de concreto.

Como **Bases teóricas** podemos indicar que el **Concreto**, Según Torre, (2004). Es una masa plástica que se moldea y compacta fácilmente, pero a medida que se endurece, pierde su plasticidad y adopta las propiedades de un cuerpo sólido, Además, el concreto es el material de construcción más usado, pero su uso eficaz requiere una profunda comprensión de las propiedades del material y de las muchas aplicaciones diferentes a las que puede utilizarse hoy en día.

Propiedades del Concreto. Trabajabilidad y Consistencia. El concreto en estado fresco, obtiene la importante capacidad de mezclar, colocar, compactar y acabar el proyecto sin ninguna segregación o exudación. "El grado de humectación de la mezcla determina la consistencia, que depende en gran medida de la cantidad de agua utilizada. El cono de Abrahams se utiliza en la prueba de Slump para determinar la consistencia". (Abanto, 2009) **Contracción.** Esta es una de las características más importantes en función de los problemas de las grietas que se producen de forma habitual. "La pasta de cemento se contrae ineluctablemente como resultado de la combinación química que reduce el volumen original de agua, un proceso conocido como contracción intrínseca que es irreversible. La contracción seca en la pasta de cemento, por otro lado, es la responsable de la mayoría de los problemas de fisura porque se produce tanto en un estado plástico como en un estado endurecido, si se permite que el agua escape de la mezcla". (Nazer, 2019)

Propiedades en Estado Endurecido. Elasticidad. La propiedad del concreto para sufrir deformación cuando está sometido a una fuerza sin deformarse permanentemente se conoce como deformabilidad plástica. (Riva, 2010). **Resistencia.** Como resultado de las características adhesivas de la pasta de cemento, tiene un rendimiento de compresión superior en comparación con la tracción. Se determina principalmente por la concentración de la pasta, que suele

expresarse como una media pesada de la relación agua-cemento. (Pasquel, 1998). La resistencia a la compresión del concreto es su propiedad física fundamental, y es utilizada en los cálculos para diseñar estructuras elaboradas con este material. **Durabilidad.** Cuando se pone en servicio, el concreto debe ser capaz de soportar los elementos, las reacciones químicas y el desgaste. Este daño meteorológico se debe, sobre todo, a los periodos repetidos de congelación. La resistencia del concreto a este daño se alcanza mejor incrementando la impermeabilización, añadiendo de 2% a 6% de aire con un agente incluidor de aire, o empleando un revestimiento protector a la superficie. (Abanto, 2009). **Permeabilidad.** "Es capaz de permitir que el agua o el aire pasen por ella. La reducción del contenido de agua en la mezcla suele mejorar esta propiedad crítica del concreto. Después de la evaporación, el agua excesiva deja huecos y cavidades que, si están conectadas, permiten que el agua pase o penetre en el concreto. La inclusión de aire y la curación adecuada durante un periodo de tiempo prolongado ayudan a mejorar la impermeabilidad". (Abanto, 2009, p. 32).

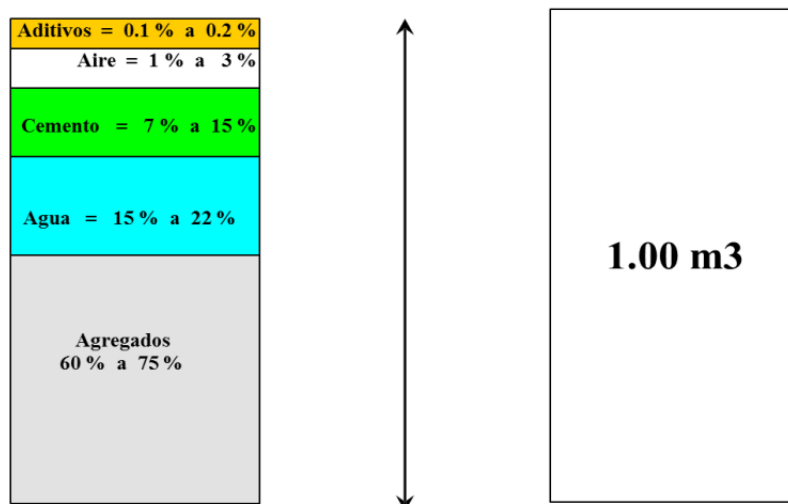


Figura 1. Composición típica del concreto

**Nota. Diseño de mezclas de concreto- Jorge Ticlla.*

Componentes del concreto: Cemento. Pasquel, (1998) dice el cemento se elabora calcinando piedras calizas obteniendo un polvo muy fino que reacciona con agua. **Agregados.** Pasquel, (1998) lo define como un elemento inerte agregado por la pasta de cemento para formar una estructura fuerte. Cubren alrededor de 3/4 del volumen total y son los más importantes en el producto final. **Agua.** Para (Pasquel, 1998, p. 59) "es un componente para la hidratación del cemento, por lo que este componente debe cumplir ciertos requisitos para poder realizar su función en la combinación química, si contiene determinadas sustancias que puedan dañar al concreto sin provocar efectos secundarios". El agua que se utiliza para la mezcla del concreto tiene las siguientes funciones: reacciona con el cemento, actúa como lubricante para la trabajabilidad.

Fibras de Acero Reciclado de neumáticos. Los neumáticos al concluir con su vida útil son considerados como residuos masivos y son desechados. Al desechar estos neumáticos genera efectos medioambientales negativos, entre otros. Por otra parte, al ser reciclados permite valorizar los sub productos que se obtienen de estas, así como granos de caucho, fibras textiles y fibras de acero para diversos usos en la industria. Múltiples estudios nacionales e internacionales mencionan el uso de materiales reciclados del neumático como adición al concreto (**Neville, 1998**). El acero en el neumático es lo más fácil de reciclar, además se puede fundir reutilizar. (**Castro, 2016**), además de caucho, los neumáticos están compuestos por los siguientes elementos que a continuación se mencionan: rellenos reforzantes, fibras reforzantes, plastificantes, agentes vulcanizantes, acelerantes, retardantes, etc.



Figura 2. Fibras de Acero.

*Nota. (Tomado de Nazer, Honores, Chulak y Pavez).

Propiedades de las fibras de acero.

Domski (2017), nombra lo siguiente: Estas fibras generalmente están hechas de acero. En el caso de fibras que no se sometieron al doblado, el esfuerzo de fluencia llega a 600 MPa.

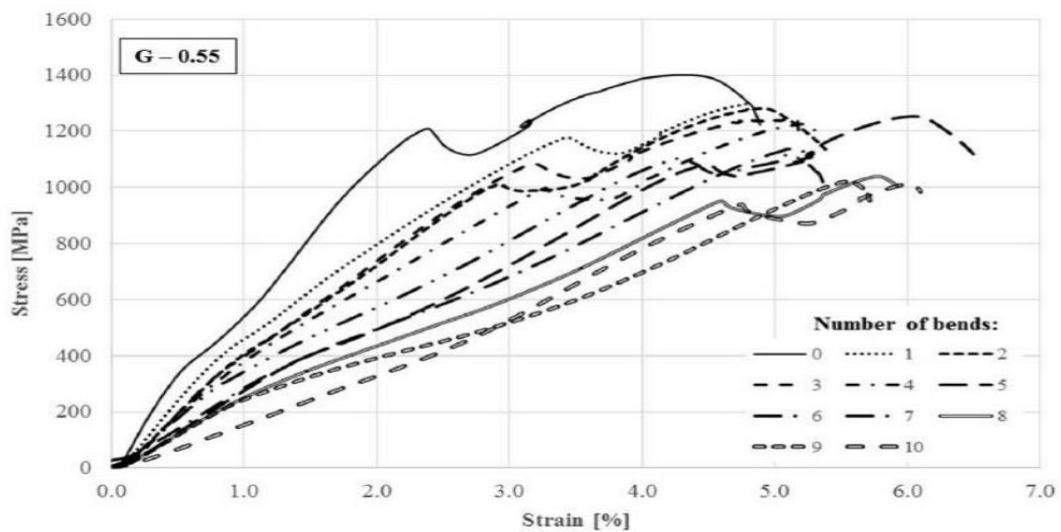


Figura 3. Curva esfuerzo deformación de las fibras de acero recicladas

*Nota. (Tomado de Domski, 2017)

La observación de la curva tensión-deformación de las fibras de acero recicladas muestra que el límite elástico es de 400 MPa.

Microsílice. Son polvos finos que se obtienen por el proceso de decantación del humo de chimeneas de los hornos de la industria del ferrosilicón, y está compuesto de 95% a 90% de dióxido de sílice que tienen propiedades puzolánicas que permite la reacción con el hidróxido de calcio y así formando un gel que incrementa las características del concreto, especialmente la resistencia a durabilidad y compresión. (Rivas, 2004). El microsíllice es 100 veces más pequeña que el grano del cemento en un rango de 0.14um en promedio, es de forma redonda y amorfa combinándose químicamente (SiO_2) (Toxement, 2016).

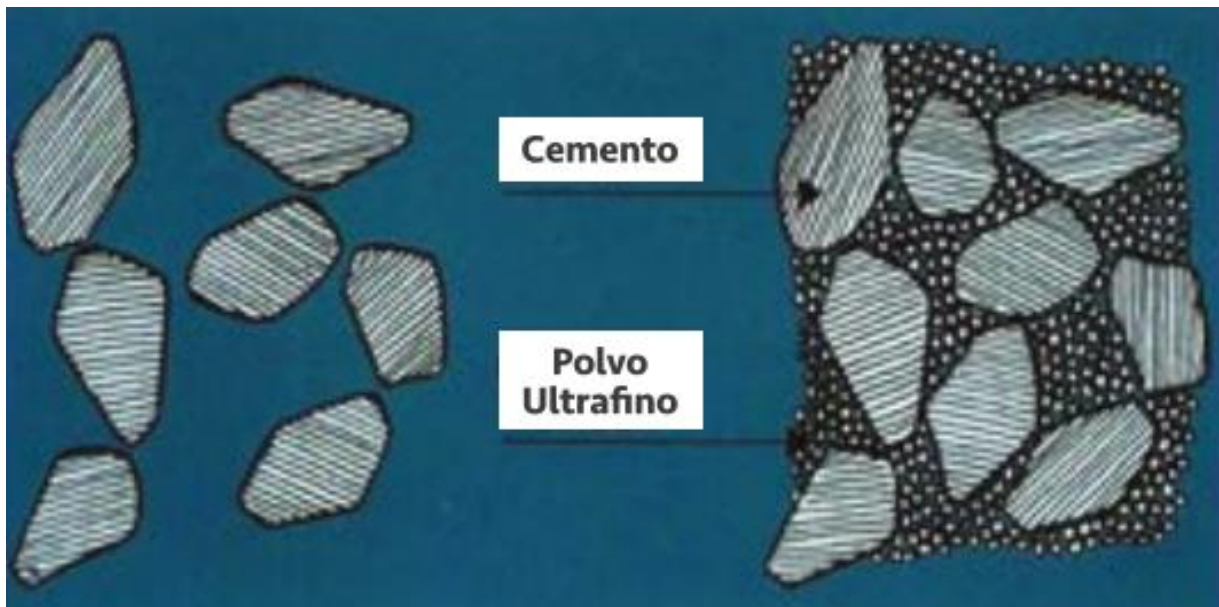


Figura 4. Esquema de la densificación de la Microsílice en el concreto.

*Nota. (Tomado de Euclid Group Toxement).

Beneficios de la microsíllice en el cemento. Los beneficios de la microsíllice según investigaciones realizadas fueron: Mejora la durabilidad, incrementa la resistencia a la corrosión, incrementa la resistencia al ataque químico, protege

contra la abrasión y erosión, disminuye la permeabilidad al agua, mejora la resistencia a los sulfatos, reduce la fluorescencia.

El uso de la microsílíce ayuda a las propiedades del cemento otorgándole beneficios que ayuda a mejorar sus características. (Mendoza, 2017, p. 17)

Pavimento Rígido. El pavimento está compuesto por capas superpuestas de material procesado en algún lugar, con la finalidad de transmitir la carga aplicada por el vehículo a la subrasante.

Está conformado por losas de concreto hidráulico, que en ocasiones están armadas, inicialmente el costo es superior al flexible, y el periodo de vida es de 20 - 40 años.

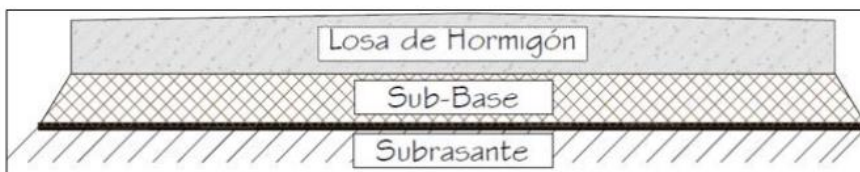


Figura 5. Sección típica de un pavimento rígido

*Nota. (Tomado de Introducción a la ingeniería de Pavimentos, Sotil A. 2016)

Componentes del pavimento rígido. Guevara (2015) indica los siguientes componentes: losa, base, sub base, sub rasante.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño De Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

Oseda,(2008), indica que la investigación es de tipo:

Por enfoque: Cuantitativo ya que las variables de investigación, buscan cuantificar resultados a través del análisis, así también el tipo de trabajo de investigación describe la realidad circunstancial para entender los sucesos y el desarrollo de teorías.

Por propósito: Es aplicada debido a que se quiere conocer las variables del proceso con respecto y por su índole de investigación.

La investigación corresponde por enfoque de tipo **cuantitativo** y por propósito es de tipo **aplicada**, por qué obedece a una representación de los resultados de la aplicación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

3.1.2 Nivel de Investigación

Según Carrasco S, (2019) los niveles que existes en la investigación son: **Nivel explicativo.** Son aquellas investigaciones que no tienen mucha información con respecto al tema de investigación; **Nivel descriptivo.** Pretenden describir los conceptos o variables a las que se refieren; **Nivel correlacional.** Se refiere a la relación entre dos o más categorías o variables en un contexto en particular; Nivel explicativo. Se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y porque se relacionan dos o más variables. Bajo estos conceptos, esta investigación tiene un **nivel explicativo**, ya que objetiva, considerando que en esta investigación se manipulara la variable independiente que son las Fibras del Acero Reutilizado de Neumáticos y Microsílíce para ver los efectos que producen en las Propiedades del Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Para el uso en Pavimento Rígido, que viene a ser la

variable dependiente. Basado en ello sería una investigación de **nivel explicativo**.

3.1.3 Diseño de Investigación

Según Hurtado, (2010) Los estudios experimentales, se efectuarán con el manejo deliberado de la variable independiente para luego analizarlos en su forma de investigación.

El gráfico correspondiente al diseño es el siguiente:

X-----Y

Dónde:

X: Fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce

Y: Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², para el uso en pavimento rígido

Para este trabajo de investigación el diseño es experimental de tipo **Cuasi Experimental**, porque se manipulará la variable independiente que corresponde a fibras de acero reusado de neumáticos y microsílíce, y además la **muestra es no aleatoria**; con los cuales se obtendrán resultados para la comparación técnica que sugiere las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², para el uso en pavimento rígido.

3.2. Variable y Operacionalización

Variable independiente: Fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce.

Definición Conceptual: Son filamentos de alta resistencia que serán incorporados a la mezcla del concreto, en determinadas proporciones. Se da en la disminución del cuarzo con carbón, mediante los procesos de obtención de silicio metal y ferrosilicio en hornos eléctricos de arco. (Castro, 2016).

Variable dependiente: Propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm², para el uso en pavimento rígido.

Definición Conceptual: Son las propiedades del concreto, que se relacionarán con respecto a la calidad del árido y de los aditivos utilizados para su fabricación. (Pasquel, 1998).

La operacionalización de variables se visualiza en el Anexo N° 2

3.3. Población, Muestra y Muestreo

3.3.1 Población

Según Gonzales, (2014) la población representa al conjunto de elementos que comparten por lo menos una característica.

La población está constituida por la producción del concreto $f'c=210$ kg/cm² (sin la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice) y el concreto de $f'c=210$ kg/cm² con la adición de dichos elementos (con diferentes dosis de estas) para pavimento rígido en Ayacucho .

3.3.2 Muestra

Según Gonzales, (2014). Es parte representante de la población, de tal manera que los resultados que se obtienen en la muestra logren generalizar en absoluto los elementos que conforman dicha población.

En esta investigación, la muestra estará conformada por 18 probetas cilíndricas de un concreto patrón para ensayos de compresión y tracción y 9 vigas de un concreto patrón para ensayos de flexión $f'c=210$ kg/cm², 54 probetas cilíndricas de un concreto adicionado de fibras de acero y micro sílice (con distintas dosis de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilice), para ensayos de compresión y tracción, así como también 27 vigas prismáticas de un concreto adicionado (con distintas dosis de fibras de acero reciclado de neumáticos y

microsilice), para ensayos de flexión para un $f'c=210$ kg/cm².

Tabla 1. Numero de ensayos realizados

N° DE DIAS	RESISTENCIA A FLEXION	RESISTENCIA A TRACCION	RESISTENCIA A COMPRESION
7 DIAS	12	12	12
14 DIAS	12	12	12
28 DIAS	12	12	12
Total	36 VIGAS	36 probetas	36 probetas

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 Muestreo

El tipo de muestreo es **no probabilístico**, es decir el muestreo realizado fue de forma intencional.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnicas de Recolección de Datos

Definición: Las técnicas de investigación representan el conjunto de pasos, cuyo objetivo es operativizar el proceso investigativo. (Hurtado, 2010).

Las principales técnicas utilizadas en la investigación son de **observación directa**, debido a que se realizara la investigación experimental con ensayos de probetas cilíndricas y vigas prismáticas con y sin adición de fibras de acero reciclado de llantas y microsilíce.

Instrumento

Los instrumentos son recursos utilizados por los investigadores para abordar problemas y fenómenos y extraer referencias: Entre ellos están los formularios en papel, dispositivos mecánicos y electrónicos utilizados para recopilar datos e información relacionada con problemas y fenómenos específicos. (Hurtado, 2010).

Para procesar y analizar los datos se utilizaron medios de recolección de datos como fichas técnicas, los cuales se cotejaron por medio del juicio de expertos, para ello se utilizaron fichas técnicas resultado de la observación.

Ficha técnica N° 1: resistencia a la compresión (Anexo N° 3)

Ficha técnica N° 2: Resistencia a la flexión (Anexo N° 4)

Ficha técnica N° 3: Resistencia a la tracción (Anexo N° 5)

Ficha técnica N° 4: Slump (Anexo N° 6)

Ficha técnica N° 5: Permeabilidad (Anexo N° 7)

Validez

Es un método de verificación necesario para confirmar la confiabilidad de la encuesta, y se basa en la información de una persona que tiene experiencia en este campo y es reconocida como un experto calificado en el campo por otros y que pueden dar información, evidencia, juicio, y el testimonio puede: Entregar revisiones.

Experto 1.- Ing. Hoover Joyo Rodriguez, CIP. 178778

Experto 2.- Ing. Fausto Joyo Cancho CIP.41034

Experto 3.- Ing. Maxwell Anthony Morote Arias CIP.132454

Confiabilidad:

Se refiere que al aplicar repetidamente al mismo sujeto este reproduzca los mismos resultados, está relacionado con los datos que recoge un instrumento (Tamayo & Silva, 2016).

La confiabilidad se garantizará con la certificación de calibración de los equipos utilizados en el laboratorio para los ensayos respectivos.

Certificado N° 1: prensa a la compresión (Anexo 8)

3.5. Procedimientos

Durante la preparación de esta investigación dentro de sus procedimientos se tuvo como guía la Norma Técnica Peruana y ASTM, con lo cual se realizará lo siguiente:

Etapa 1: Recopilación de material

- Recopilación de cemento tipo I (3 Bls.)

Según NTP-334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.



Figura 6. Obtención de cemento APU para el diseño de mezcla

*Nota. El autor

Para la selección del agregado se procedió a visitar la cantera, esta cantera está ubicado en la planta de producción de agregados (trituration y zarandeo) se ubica en el lugar de Chanchara en la localidad de Compañía, está ubicado en las coordenadas UTM WGS 84 por el Este = 579664m, Norte = 8554779m. Las materias primas corresponden a agregados de depósitos fluviales del río Cachi-Chillico, con la potencia suficiente para los trabajos de concreto del proyecto.

Para esta investigación se recolecto la muestra de los agregados (fino y

grueso), para realizar su respectivo ensayo en laboratorio INGEOMAX SAC.

- Agregado grueso ½”



Figura 7. Selección del agregado grueso

*Nota. El autor

- Agregado fino



Figura 8. Selección del agregado fino

*Nota. El autor

- Recolección de fibras de acero de neumáticos



Figura 9. Proceso de extracción de la fibra de acero

*Nota. El autor

- Se reciclará el acero de neumático en desuso y se convertirá en fibras de hasta 50.00 mm de longitud para su posterior uso.



Figura 10. Fibra de acero obtenido

*Nota. El autor

- Características físicas de las fibras de acero reciclado.
- Micro sílice ChemaFume

Etapa 2: Caracterización de los agregados

Agregado: Material de origen natural o artificial, sus dimensiones están fijados por la Norma NTP 400.037 o ASTM C 33, estos agregados conforman el esqueleto granular del concreto.

Agregado fino (ASTM C33) se utilizó herramientas, materiales y equipos para su clasificación granulométrica.

Agregado grueso (Huso # 56) se utilizó herramientas, materiales, equipos, para su clasificación granulométrica.




Figura 11. Clasificación del agregado grueso

*Nota. El autor



Figura 12. Clasificación del agregado fino

*Nota. El autor

	PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: VALIDACIÓN DEL USO DE ESPUMA DE POLIURETANO COMO ALTERNATIVA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE TALUDES EN ROCA SEDIMENTARIA - ARENOSA EN OBRAS VIALES					
	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (NORMA ASTM D 891, D 4218, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557)					
Código Formulario: PG - LAB - 01	Revisión: 0	Fecha: 10-01-2022	CR: 3052	Nº Registro:	Página 1 de 1	
Ciudad: BACHÍ	Estructura:			Descripción: CALICATA Nº 01 Estado: "2"	Profundidad: 2.80 m	
Ubicación:	Documento de referencia: NORMA ASTM D 891, D 4218, D 2487, D 2216, D 4254, D 854, D 1557			Fecha ensayo: 10/01/2022		

Descripción	Código / Nº	Observación
Juego de tamices	ELE INTERNACIONAL	Verlos
Baterías	CHALS R21P30	
Horno	H-01	
Cocina	CO-1	

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO RETENIDO (gr.)	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
3"	76.200					PESOS (gr.)
2 1/2"	63.500					
2"	50.800				100.00	Peso seco lavado 1273.2
1 1/2"	38.100				100.00	Pérdida por lavado 751.9
1"	25.400		0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	45.40	3.23	3.23	96.77	
1/2"	12.700	42.80	3.00	6.32	93.68	
3/8"	9.525	38.30	1.89	8.21	91.79	
1/4"	6.350					
Nº 4	4.750	83.70	4.12	12.34	87.66	
Nº 6	3.360					
Nº 8	2.380					
Nº 10	2.000	110.70	5.47	17.80	82.20	
Nº 16	1.190					
Nº 20	0.840	121.10	5.98	23.78	76.22	
Nº 30	0.600	60.90	3.01	26.79	73.21	
Nº 40	0.426	67.50	3.33	30.12	69.88	
Nº 50	0.297					
Nº 60	0.250	172.70	8.53	38.65	61.35	
Nº 80	0.177	130.40	6.44	45.09	54.91	
Nº 100	0.149	85.10	4.20	49.29	50.71	
Nº 200	0.074	216.90	10.71	60.00	40.00	
Fondo Lavado		751.90	2.87	62.87	37.13	
TOTAL		2025.1	100.00			

CANTO RODAD		GRAVA		ARENA			LIMO Y ARCILLA
		GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES




Tabla2. Propiedades Físicas de los Agregados

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	UNIDAD	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Porcentaje de absorción	%	1.32	2.18
Contenido de humedad	%	1.99	2.90
Peso específico de masa	gr/cm ³	2.55	2.56
Peso unitario suelto	kg/cm ³	1419	1698
Peso unitario compacto	kg/cm ³	1504	1760
Módulo de finura	-	3.43	6.64
Finos que pasan por la malla N°200	%	3.31	0.88
Tamaño máximo	pulg.	3/8	3/4
Tamaño máximo nominal	pulg.	N°4	1/2
Combinación	%	45	55

Fuente: Elaboración propia

Etapa 3: Diseño de mezcla

El diseño de la mezcla de concreto es conceptualmente técnico y práctico con conocimiento científico de sus componentes y sus interacciones para lograr los materiales resultantes que satisfagan de la manera más eficiente las necesidades específicas del proyecto de construcción, es una aplicación. (Rivva, 2012, pág. 131).

Basado en varias tablas, el Comité 211 de ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas muy simple que puede obtener los valores de los diferentes materiales que componen una unidad de cubo de concreto. El procedimiento de selección de fracciones publicado en este capítulo se aplica al concreto de peso normal y las condiciones que se muestran en cada tabla a la que se hace referencia en el mismo. Sin embargo, las mismas referencias básicas también se pueden utilizar para diseños de concreto pesado y concreto en silos. Estos se utilizan para proporcionar referencias complementarias.

Es común debido a la naturaleza del trabajo al límite del conjunto por encima de cualquiera que se encargue de moldear la mezcla. Algunas de las restricciones son: Máxima relación agua-cemento, mínima cantidad de cemento, máximo volumen de aire, asentamiento, máximo tamaño nominal de agregado grueso y mínima resistencia a la compresión.

Requerimientos especiales con relación a la resistencia promedio, la

aplicación de aditivos, o el uso de prototipos especiales de cemento o agregados.

Estimar la cantidad de material necesario para producir una unidad cúbica de concreto es preparar la mezcla más adecuada para el trabajo a realizar, dependiendo de las propiedades del material que se pueda cumplir. (Riva, 2012, p. 131 y 132).

Para la definición de la cantidad de materiales para elaborar una mezcla de concreto, se adquiere siguiendo las sugerencias que consigamos localizar en la normativa ACI 211.1-921 y las sugerencias de la metodología del agregado global; que se ejecuta un ensayo de compacidad del agregado global; el cual dispone como propósito localizar las proporciones óptimas de combinación del agregado fino y el agregado grueso.

Con el propósito de esta tesis se lleva a cabo un diseño con respecto a la relación agua/cemento 0.57 con añadidura de fibra de acero reutilizado y microsilice de 6% de fibra de acero + 5% microsilice, 9% de fibra de acero +7.5% microsilice y 12% de fibra de acero +10% microsilice, todos los detalles utilizados y los cuadros del diseño de mezcla se emplean en las próximas páginas.

Diseño de mezcla patrón

Se ha definido el diseño de mezcla de concreto patrón sin considerar la adición de fibra de acero reciclado y microsilice, en otros términos; con 0% de fibra de acero reutilizado y microsilice, aplicando el diseño con respecto a la relación de agua/cemento: 0.57 siguiendo las recomendaciones de la normativa, ACI 211-91.

Para la óptima proporción de los componentes, generalmente se parten de los datos recogidos en los ensayos que se realizaron a los agregados gruesos y finos. La proporción del agregado grueso es de 55% y la del agregado fino es de 45%.



Figura 13. Elaboración del diseño de mezcla patrón

*Nota. El autor



Figura 14. Elaboración del diseño de mezcla con adición de fibra de acero y microsílíce

*Nota. El autor

Diseño patrón para un concreto con relación A/C = 0.57

La secuencia de diseño es la siguiente:

Elegir la relación agua/cemento (a/c)

Relación a/c = 0.57

Elegir el asentamiento

Para la siguiente tesis se va a considerar un asentamiento de 3" - 4", consistencia plástica.

Considerar que el agua del proyecto y tratado de oxígeno atrapado para 1 m³ de concreto.

Con las referencias de la dimensión máxima nominal del agregado grueso y el slump solicitado.

Agua = 216 l/m³

Aire = 2.5%

La cantidad de cemento se va calcular para la relación a/c = 0.57.

Cantidad de cemento = agua/(a/c) = 378.94 kg/m³

Volumen absoluto del agua = 0.216 m³

Volumen absoluto del aire = 0.025 m³

Volumen absoluto del cemento = peso seco/P. E/1000 = 0.12m³.

Sacar el volumen total de los agregados en 1 m³ de concreto.

Vol. Total de agregados = 1- (vol. Agua + vol. Cemento + vol. Aire)

Vol. Total de agregados = 0.64 m³

Los volúmenes absolutos de los agregados se van a calcular con una correlación (agregado grueso/agregado fino) = 55/45.

Cantidad absoluta del Agregado F. = (volumen total de los agregados) x (porcentaje del Agregado Fino)

Cantidad absoluta de Agregado F. = 0.29 m³

Cantidad absoluta de Agregado G. = (volumen total de los agregados) x (porcentaje del Agregado Grueso)

Cantidad absoluta de Agregado G. = 0.35 m³

Calcular las cargas secas del agregado.

Peso seco del Agregado Fino. = (volumen absoluto del Agregado F.) (P.E)

= 734.8 kg

Peso seco del Agregado Grueso. = (volumen absoluto del Agregado G.)

(P.E) = 893.6 kg

Calcular la contribución de líquido de los agregados

Agua del Agregado F. = (Peso seco del Agregado F.)(C.H del Agregado

F. – Abs. Del Agregado F.) = 5.29 kg

Agua del Agregado G. = (Peso seco del Agregado G.) (C.H del Agregado

G. – Abs. Del Agregado G.) = 5.98 kg

Rectificar la porción de agua

Agua rectificada = agua inicial – (Agua del Agregado F. + Agua del Agregado G.)

Agua rectificada = 204.73 kg

Valorar la carga húmeda de los agregados

Peso húmedo del Agregado F. = (peso seco del Agregado F.) (1+C.H del Agregado F.)

Carga húmeda del Agregado Fino. = 756.11 kg.

Carga húmeda del Agregado Grueso. = (peso seco del Agregado G.) (1+C.H del Agregado G.)

Carga húmeda del Agregado Grueso. = 911.38 kg.

El producto del diseño concluyente se evidencia en la tabla N° 3, el rendimiento de las pruebas de mezcla del concreto principal y con la proporción definida conforme a las variables que establece dicho diseño.

Tabla3. Prueba de mezcla del concreto.

Descripción	Ensayo
Relación (A/C)	0.57
Agua (L)	216
Arena (%)	45
Piedra (%)	55
Slump (3" – 4")	1/2"

Fuente: Elaboración propia.

Se ejecuta el diseño de mezclas de concreto principal

Diseño de mezcla patrón sin adición de fibra de acero de neumático reciclado y microsilice

Para realizar el diseño del concreto con fibra de acero de neumático reciclado y microsilice, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

La proporción del conglomerado grueso y del agregado fino serán las mismas establecidas como: (porcentaje del agregado grueso entre el porcentaje del agregado fino = 55/45 del diseño de mezcla principal.

En relación con el diseño de mezcla con adición de fibra de acero de neumático reciclado y microsilice, la cantidad de agua a emplearse será idéntica a la que se estableció de acuerdo con el diseño de relación a/c = 0.57 del concreto principal, dicho esto, 216 litros.

A continuación de haber adquirido el diseño del concreto principal, se ejecuta el diseño de mezcla del conglomerado con añadidura de 6% de fibra de acero + 5% microsilice, 9% de fibra de acero +7.5% microsilice y 12% de fibra de acero +10% microsilice.

Mezcla con 6% de fibra de acero + 5% microsilice

Diseño de concreto para la relación agua/cemento = 0.57.

Diseño para la relación A/C = 0.57

Reemplazó 6% de fibra de acero + 5% microsilice.

Reemplazó con 9% de fibra de acero +7.5% microsilice

Reemplazó el 12% de fibra de acero +10% microsilice.

Etapa 4: Elaboración de probetas

- Se elaborará probetas cilíndricas según la norma ASTM y vigas prismáticas según la norma ASTM con una muestra de concreto convencional a una dosificación de 210 kg/cm².

Según la siguiente dosificación:

D0 = concreto patrón 210 kg/cm² 0%FAR+0%MS

D1 = 6% de fibra de acero + 5% de microsilice

D2 = 9% de fibra de acero + 7.5% de microsilice

D3 = 12% de fibra de acero + 10 % de microsilice

- Para la elaboración de las probetas es necesario tener los equipos para preparar y curar probetas cilíndricas compactadas y no compactada.

Por ello se requieren de los moldes: previo al uso de los moldes estos fueron recubiertos con aceite para evitar que el concreto se pegue a las paredes del cilindro.

- varilla: Se utilizo un fierro liso con diámetro de 5/8", 60cm de largo.
- Equipos adicionales: plancha de metal y depósito que contenga el integro de la mezcla a colocar en la probeta "carretilla".

Procedimiento para realizar las Pruebas de Concreto

1.- Se colocó el molde sobre una superficie rígida, horizontal, nivelada y libre de vibración. Esto para asegurar buenos resultados, en la rotura de la probeta de concreto.



Figura 15. Preparación y nivelado de los moldes para briquetas de concreto

*Nota. El autor

2.- Se procedió a colocar la mezcla en la probeta, de tal manera que se utilizaron tres porciones de mezcla. En la capa final se agregó mezcla suficiente de tal manera que el cilindro quedo completo posterior a la compactación.



Figura 16. Elaboración de las briquetas de concreto

*Nota. El autor

Las capas fueron chuseadas veinticinco veces utilizando la varilla de 5/8, de manera uniforme desde el extremo mayor, culminando en el centro. Luego completado toda las capas se procedió a golpear a los lados del molde ligeramente de 10 a 15 veces con el propósito de eliminar el aire que pueda quedar atrapado.



Figura 17. Elaboración de las briquetas de concreto

*Nota. El autor

3.- Luego del paso anterior se quita el exceso de concreto con la varilla de compactación para mejorar el acabado superior.



Figura 18. Elaboración de las briquetas de concreto

*Nota. El autor

4.- Luego de tener el molde acorde al ensayo se procede a identificar los datos de la fecha, $f'c$ del concreto, % de adición de filamentos de acero y microsilice y lugar de colocación.



Figura 19. Elaboración de las briquetas de concreto

*Nota. El autor

5.- Se transportaron los cilindros de concreto a un punto de almacenamiento donde deberán permanecer sin ser perturbados durante el periodo del curado.



Figura 20. Almacenado de probetas de concreto

*Nota. El autor

Etapa 5: Curado de las probetas

- Se realizarán los respectivos curados a las probetas, tomando en consideración los 7, 14 y 28 días que se tratarán estas probetas para su posterior ensayo en el laboratorio.

Curado a los 7, 14 y 28 días:

- Las muestras están protegidas contra impactos, vibraciones y secado dentro de las 16 horas y 3 días a una temperatura de $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ($25 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en climas cálidos). Las muestras desmoldadas deben curarse hasta justo antes de la prueba en agua a una temperatura de $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ o en una cámara con una humedad relativa del 95 % a $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. La alta humedad del 95% a $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ no es fácil de mantener y medir. Se deben realizar controles frecuentes para garantizar que la superficie de la muestra esté permanentemente húmeda.



Figura 21. Curado de probetas de concreto

*Nota. El autor

Etapas 6: Ensayo de especímenes

- Se realizarán los ensayos de resistencia a la compresión axial ASTM C39.

ALCANCE

Esta prueba le permite determinar la resistencia a la compresión (f'_c) de una probeta cilíndrica de concreto formada en el laboratorio o en el campo, u obtenida al tomar muestras de un núcleo. Limitado a concretos con una densidad superior a 800 kg/m³.

ESPÉCIMEN DE ENSAYO

Las muestras estándar son cilindros de hormigón de 150 x 300 mm o 100 x 200 mm. Se pueden utilizar cilindros de otras dimensiones siempre que se respete la relación longitud/diámetro = 2. La diferencia de diámetro entre muestras individuales y otras muestras no debe exceder el 2%. El número mínimo de probetas es de 2 para probetas de 150 mm de diámetro y de 3 para probetas de 100 mm de diámetro.

REQUERIMIENTOS PARA SOLICITUDES

Los especímenes deben ser entregados al laboratorio e indicar claramente la fecha de vaciado y la fecha en que se notificó la falla. Ejemplo: 7, 14, 28, etc. Debe especificar si la muestra requiere tiempo de curado en la cámara y la cubierta. Si no se coloca la tapa, cómo preparar la pieza de prueba para que la superficie quede plana (almohadilla pulida o de neopreno). El laboratorio no es responsable de los cilindros que están fuera de especificación.



Figura 22. Preparación de la prensa de rotura de concreto

*Nota. El autor



Figura 23. Preparación de la prensa de rotura de concreto

*Nota. El autor

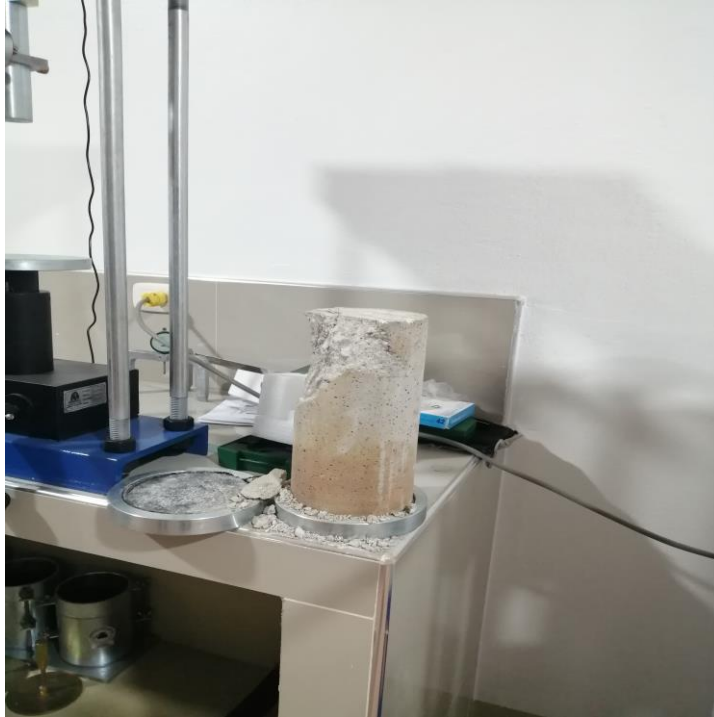


Figura 24. Preparación de la prensa de rotura de concreto

*Nota. El autor



Figura 25. Probetas ensayadas a compresión

*Nota. El autor

- Ensayar resistencias a tracción ASTM C496 y ensayos de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78.
- La resistencia a la tracción se midió mediante un ensayo de compresión de diámetro según ASTM C496. Los especímenes usados para esta prueba tenían las mismas dimensiones, diámetro 150 mm y altura 300 mm que los especímenes de compresión, y se cargó la sección transversal de cada espécimen. El cilindro se termina y cura de manera similar a la prueba de resistencia a la compresión. En esta prueba, fue posible observar indirectamente la adherencia entre las fibras de acero del neumático y la microsílíce, y la relación entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción.



Figura 26. Preparación de la prensa de rotura de concreta tracción

*Nota. El autor

La resistencia a la flexión se evalúa utilizando la norma NTP339.079. La muestra utilizada para la prueba fue rectangular y hecha de madera contrachapada con dimensiones de 15 x 15 cm y una longitud de 50 cm.

Tabla4. Número de capas requeridas en la elaboración de vigas para el ensayo de flexión del concreto

Altura del molde	Forma de Compactar	Nº de capas	Altura aprox. de cada capa
≤ 20	Varilla	2	Mitad de altura
> 20	Varilla	3 o más	10 cm
≤ 20	Vibrador	1	Toda la altura
> 20	Vibrador	2 o más	20 cm

Fuente: ASTM C31

En este caso, la altura del encofrado fue de 15 cm y el tipo de compactación fue varilla, por lo que el número de capas utilizadas para la compactación del concreto fue de dos. Dado que la norma ASTM C31 recomienda un impacto por cada 14 cm² de sección horizontal, se aplicaron 54 impactos a cada capa de concreto.



Figura 27. Preparación de las vigas prismáticas de concreto

*Nota. El autor

- Se recogerán los datos para ser analizados y evaluados con la finalidad de diseñar una estructura pavimentada rígido mediante el método AASHTO 93 agregando fibras de acero reciclado de llantas y micro sílice, luego compararlas con un diseño convencional.

3.6. Método de Análisis de Datos

En la investigación, se utilizó un estadístico inferencial, porque para los resultados se evaluó la uniformidad, se realizó la contrastación de hipótesis y se obtuvo la mejor alternativa de dosificación.

Se presentaron los datos del análisis granulométrico, la cual manifiesta la curvatura granulométrica. De igual modo, las posteriores pruebas ejecutadas en laboratorio tales como, porcentaje de absorción. En relación del Slump. En la prueba de resistencia a compresión conforme a la NTP 339.034:2015, se evaluarán las referencias adquiridas a los 7 días. Lo mismo que se ejecutara a los 14 y 28 días. Después de ello se ejecutó la prueba de la curva de resistencia adquirida a los 7, 14, y 28 días de cada agrupamiento. De esta manera, se tiene en consideración constante el porcentaje adquirido de la resistencia de compresión de cada agrupamiento en relación al grupo principal. Asimismo, se reafirma los datos adquiridos del laboratorio conociendo que para conseguir la resistencia de compresión es la carga máxima que divide entre el área de la superficie de la probeta cilíndrica. En la prueba de resistencia a la flexión con cargas a los tercios del tramo teniendo presente la, NTP 339.078:2017, se evalúa la referencia de datos adquiridos a los 7 días produciendo además su gráfico de columnas con el propósito de relacionar las resistencias a tracción por flexión adquirida. Dicho esto, se ejecutará a los 14 y 28 días. Después de lo cual se ejecutará la evaluación de la curva de resistencia adquiridos a los 7, 14, y 28 días de cada agrupamiento.

3.7. Aspectos Éticos

El autor de este trabajo de investigación, menciona toda la veracidad con la que se desarrolló la información, todo lo descrito con referente a la investigación es totalmente veraz y confiable, desde inicios del procedimiento.

Esta investigación se alinea a los parámetros de uso y las consideraciones técnicas de los aspectos de ingeniería de caminos aplicados; y al obtener la información de los antecedentes y teorías relacionadas a la investigación, respeta el derecho de autor de los conceptos utilizados, citándolos conforme corresponde.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información

Para diseñar el concreto, se llevó a cabo un diseño de mezcla patrón $F'c=210\text{Kg/cm}^2$ siguiendo la metodología ACI-211, después de analizar todas las características físicas del material. Posteriormente se usó el mismo diseño de mezcla con la adición de fibras de acero reciclado de llantas respecto al peso del hormigón y la adición de micro sílice con respecto al peso del cemento.

4.1.1. Diseño De Mezcla Para Una Resistencia $F'c=210\text{ Kg/Cm}^2$ Para Un Concreto fresco.

Se realizó experimentos para comparar el rendimiento del concreto estándar (sin incorporación fibras de acero reciclado de llantas y microsíllice) y un concreto añadido con fibras de acero reciclado de llantas (relación al peso del hormigón) y microsíllice (respecto al peso del cemento) en diversas proporciones respectivamente.

- ❖ Diseño Estándar (0% fibras de acero reciclado de neumáticos + 0 % Microsíllice)
- ❖ Diseño N° 01: (6% fibras de acero reciclado de neumáticos + 5 % Microsíllice)
- ❖ Diseño N° 02: (9% fibras de acero reciclado de neumáticos + 7.5 % Microsíllice)
- ❖ Diseño N° 03: (12% fibras de acero reciclado de neumáticos + 10 % Microsíllice)

La obtención de las fibras de acero reciclado de llantas (FAR) es producto del siguiente proceso:

- Primero, se recolectaron llantas destinadas a los botaderos.
- Luego con ayuda de unos alicates y un cuchillo se procedió a retirar el acero de las llantas.
- Después de tener el total de acero necesario, se procedió con el corte del mismo con la ayuda de una amoladora para metal.
- Las fibras de acero extraídos tienen un ancho de 3mm y de largo 50 mm.
- Es importante saber que las fibras de acero reciclado que obtuvimos no han sufrido cambios en sus propiedades.

La microsílíce que se utilizó en esta investigación corresponde a la marca Chema, en su presentación ChemaFume, la cual se determinó un peso de 25kg.

4.1.2. Preparación de Mezcla

Se efectuó una muestra comparativa entre el concreto estándar (sin adición de fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce) y un concreto reforzado con fibras de acero reciclado de llantas y Microsílíce (diferentes proporciones como reemplazó). Es importante que cuando se mezclen los filamentos de acero reciclado de llantas y microsílíce con el resto de elementos del concreto se combine constantemente en el trompo mezclador para evitar que dichos elementos se concentren en determinadas partes. El tiempo de mezcla recomendado es de nueve minutos (Ingeomax SAC).

4.1.3. Fabricación de Muestras

Se fabricaron testigos de concreto (Diámetro 15 cm, altura 30 cm) y vigas prismáticas de concreto (sección transversal 15cm x 15cm x 50cm) para un concreto patrón (0% fibras de acero reciclado de llantas + 0 % Microsílíce) y un concreto reforzado con fibras de acero reciclado de llantas y Microsílíce (diferentes

proporciones como reemplazó).

- ❖ Diseño Patrón: A las muestras con hormigón estándar (0% fibras de acero reciclado de llantas + 0 % Microsílice)
- ❖ MD1 (Diseño N° 01): A las muestras del concreto con la incorporación de 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílice.
- ❖ MD2 (Diseño N° 02): A las muestras del concreto con la incorporación de 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílice.
- ❖ MD3 (Diseño N° 03): A las muestras del concreto con la incorporación de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílice.

4.1.4. Resultados de la Consistencia del Concreto Estándar vs Concreto reforzado con Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos y Microsílice.

Tabla5. Consistencias (cm) de la muestra estándar vs la muestra reforzada y con fibras de acero reciclado de llantas y microsílice según diseño.

Diseño de mezcla slump						
0% Diseño de Mezcla Patrón						
Tanda N°	Resistencia	Temperatura	Slump	Densidad	Fecha	Hora
1	210	20.4 c°	3.9"	81.85	20/02/2022	12:10am
2	210	20.4 c°	4.1"	79.59	20/02/2022	12:25 am
3	210	19.8 c°	4.2"	80.78	20/02/2022	12:59 am
Promedio de asentamiento			4.1			
6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de micro sílice						
Tanda N°	Resistencia	Temperatura	Slump	Densidad	Fecha	Hora
1	210	20.6 c°	3.6"	78.32	22/02/2022	12:20
2	210	20.7 c°	3.5"	76.18	22/02/2022	13:00
3	210	21.4 c°	3.5"	77.39	22/02/2022	13:10
Promedio de asentamiento			3.5			
9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de micro sílice						
Tanda N°	Resistencia	Temperatura	Slump	Densidad	Fecha	Hora
1	210	21.7C°	3.5"	83.67	23/02/2022	11:30 am
2	210	21.2C°	3.2"	85.36	23/02/2022	12:04am
3	210	21.2C°	3.3"	84.39	23/02/2022	12:12 am
Promedio de asentamiento			3.3			
12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de micro sílice						
Tanda N°	Resistencia	Temperatura	Slump	Densidad	Fecha	Hora
1	210	22.4C°	3"	83.14	24/02/2022	3:50pm
2	210	23.1C°	3.1"	83.01	24/02/2022	4:14pm
3	210	22.4C°	3.2"	83.09	24/02/2022	6:10pm
Promedio de asentamiento			3.1			

Prueba	Asentamiento Pulg
Diseño estándar	4.1
Diseño N° 1	3.5
Diseño N° 2	3.3
Diseño N° 3	3.1

*Nota. El autor

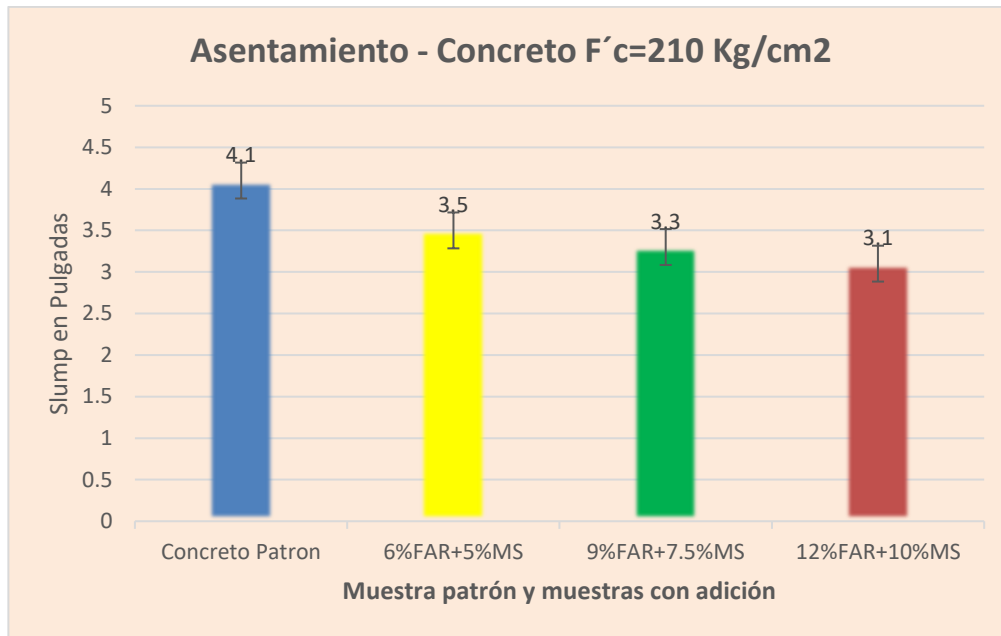


Figura 28. Slump patrón y con incorporación de fibra de acero de neumático y microsílíce

*Nota. El autor

Interpretación: Se observa que a mayor porcentaje adicionado de fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce existe variación en la consistencia (SLUMP) del diseño estándar que es de 4.1 pulgadas en comparación de los diseños con incorporación de fibras de acero reciclado que nos dieron valores de 3.5 pulgadas para MD1 (Diseño N° 01): A las muestras del concreto con la incorporación de 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce. Para MD2 (Diseño N° 02): A las muestras del concreto con la incorporación de 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de micro sílice, se obtuvo un slump de 3.3 pulgadas y para un MD3 (Diseño N° 03): A las muestras del concreto con la incorporación de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce, se obtuvo un slump de 3.1 pulgadas. Por lo que se concluye que la incorporación de fibra de acero de neumático y microsílíce en el concreto el slump disminuye y se hace menos trabajable, considerando que el porcentaje de reducción de slump con respecto a la muestra patrón es para la MD1 (Diseño N° 01): A las muestras del concreto con la incorporación de 6% de fibras de acero

reciclado de llantas + 5 % de microsílíce. Existe una reducción de un 15% de revenimiento, Para MD2 (Diseño N° 02): La reducción es de 19.52% y para un MD3 (Diseño N° 03): A las muestras del concreto con la incorporación de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce, se obtuvo un slump de 3.1 pulgadas correspondiente a una reducción de 24.59% con respecto al diseño patrón.

Contrastación de la hipótesis 1: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice en relación al Slump del concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

H0: La distribución de la variable Slump no difiere de la distribución normal.

H1: La distribución de la variable Slump difiere de la distribución normal.

Tabla6. Prueba de normalidad de la variable Slump

Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.
0,964	3	0,637
0,750	3	0,500
0,964	3	0,637
1,000	3	1,000
1,000	3	1,000

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: se acepta H0 porque los niveles de significación asintótica bilateral (0.637, 0.500 y 0.637, 1.00 y 1.00) obtenidos son mayores que el nivel de significación ($\alpha = 0.050$). Se aceptan los siguientes: La distribución de la variable buzamiento no se desvía de la distribución normal, por lo que se debe utilizar una prueba paramétrica para probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

H0: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice aumenta el slump del concreto convencional $f'c = 210$ kg/cm² con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

H1: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice disminuye el slump del concreto convencional $f'c = 210$ kg/cm² con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

Tabla7. Prueba T para comparar una muestra a un valor

Valor de prueba = 4.1	t	gl	Sig. (bilateral)
D4	-19,053	2	0,003
D2	-8,693	2	0,013
D3	-17,321	2	0,003
D1	-17,000	2	0,003

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , es decir se asevera que: el slump disminuye entre los concretos elaborados incorporando fibras de acero reciclado de neumático y microsilice y las de concreto patrón o muestra de referencia en su estado fresco.

Tabla8. Prueba de Tukey para slump

DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	3	3,3333	
2	3	3,5333	
1	3		4,0667
Sig.		0,220	1,000

Los resultados obtenidos permiten determinar que la incorporación de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice hace que el slump del concreto disminuya. Demostrando que al incorporar fibras de acero reciclado de neumático y microsilice en dosificaciones de 6% de FAR + 5% MS, se muestra una mejor consistencia, el mismo que es de 3.5 pulg, en comparación con el slump de la

muestra patrón que fue de 4.1pulg, la cual indica que disminuyó el slump de la mezcla del concreto a medida que se aumenta las fibras de acero reciclado de neumático y microsilice.

4.1.5. Coeficiente de Permeabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Coeficiente de Permeabilidad (ACI 522, R)

Para la obtención de los coeficientes de permeabilidad utilizamos la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

K: Coeficiente de permeabilidad (m/s).

A: Área de la muestra (m).

a: Área de la tubería de carga(m).

t : Tiempo en segundos que demora en pasar

h_1 : Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra (m).

h_2 : Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01m).

L: longitud de la muestra

Tabla9. Permeabilidad del concreto F'c 210 kg/cm2

Coeficiente de Permeabilidad del concreto (kg/cm2) – 28 días				
Descripción	Longitud de fibra de acero (cm)	Edad	Permeabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2	Permeabilidad del concreto promedio f'c=210kg/cm2
0%FAR+ 0%MS		28	0.000185	0.000195
			0.000197	
			0.000204	
6%FAR+ 5%MS	5	28	0.000165	0.000173
			0.000172	
			0.000182	
9%FAR+ 7.5%MS	5	28	0.000162	0.000165
			0.000168	
			0.000165	
12%FAR+ 10%MS	5	28	0.000158	0.000152
			0.000162	
			0.000142	

*Nota. El autor

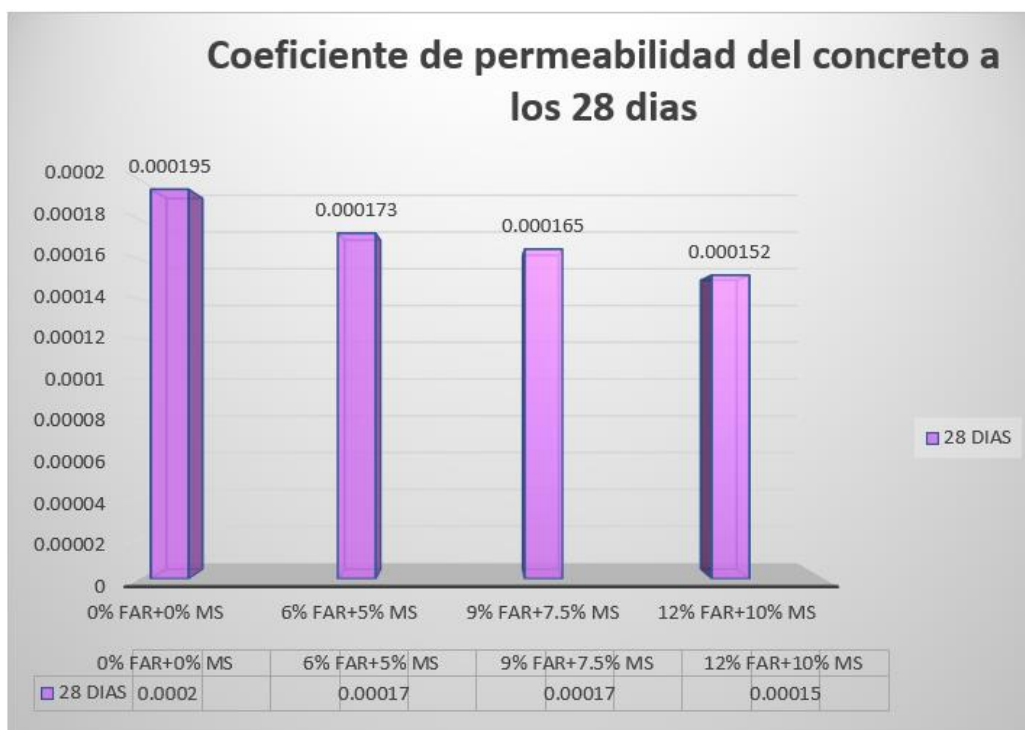


Figura 29. Permeabilidad del concreto F'c 210 kg/cm2

*Nota. El autor

Interpretación: De acuerdo con la Tabla 9 y la Figura 29, se observa una disminución en el coeficiente de permeabilidad. A los 28 días de fraguado, se considera que el concreto estándar tiene un porcentaje de transmisión del 100% en comparación con otros porcentajes. En este caso se observa que el concreto con la adición de fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce presenta una reducción en el coeficiente, considerando que para el primer MD1: A las muestras del concreto con la incorporación de 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de micro sílice, tiene un coeficiente de permeabilidad que representa el 88.79% con respecto al diseño patrón. Para MD2: A las muestras del concreto con la incorporación de 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce, tiene un coeficiente de permeabilidad que representa el 84.60% con respecto al diseño patrón y para un MD3: A las muestras del concreto con la incorporación de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce, tiene un coeficiente de permeabilidad que representa el 77.94% con respecto al diseño patrón.

Contrastaciones de hipótesis 2: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilíce en relación a la permeabilidad del concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

H0: La distribución de la variable permeabilidad no difiere de la distribución normal.

H1: La distribución de la variable Permeabilidad difiere de la distribución normal.

Tabla 10. Prueba de normalidad de la variable permeabilidad

Shapiro-Wilk		
Estadístico	gl	Sig.
0,964	3	0,537
0,750	3	0,600
0,964	3	0,737
1,000	3	1,000
1,000	3	1,000

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: H_0 es aceptable porque los niveles de significación asintótica bilateral obtenidos (0,537, 0,600 y 7,637, 1,00 y 1,00) son mayores que el nivel de significación ($\alpha = 0.050$). Se aceptan los siguientes: La distribución de la variable permeabilidad no se desvía de la distribución normal, por lo que se debe usar una prueba paramétrica para probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

H₀: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice aumenta la permeabilidad del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

H₁: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice disminuye la permeabilidad del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

Tabla11. Prueba T para comparar una muestra a un valor

Valor de prueba = 0.000195	t	gl	Sig. (bilateral)
D4	-19,053	2	0,007
D2	-8,693	2	0,003
D3	-17,321	2	0,003
D1	-17,000	2	0,003

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , es decir se asevera que: La permeabilidad disminuye entre los concretos elaborados incorporando fibras de acero reciclado de neumático y microsilice y las de concreto patrón o muestra de referencia en su estado fresco.

Tabla12. Prueba de Tukey para Permeabilidad

DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
4	3	,0001540	
3	3	,0001650	
2	3	,0001697	
1	3		,0001953
Sig.		,228	1,000

Los resultados obtenidos permiten determinar que la incorporación de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice hace que la permeabilidad del concreto disminuya. Demostrando que al incorporar fibras de acero reciclado de neumático y microsilice en dosificaciones de 12% de FAR + 10% MS, se obtuvo una permeabilidad 0.000154 en comparación con la permeabilidad de la muestra patrón que fue 0.000195 de, la cual indica que disminuyó la permeabilidad de la mezcla del concreto a medida que se aumenta las fibras de acero reciclado de neumático y microsilice.

4.1.6. Resistencia a Compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Elaboración y curado de los especímenes de concreto (ASTM C31-NTP339.183)

Procedimiento

- ❖ Se preparó los moldes.
- ❖ Coloque el concreto con el cucharón en el molde; distribuyéndolo alrededor del interior del molde, compacte la capa con la varilla 25 veces alrededor de la capa uniformemente, la cual se realizará para las tres capas de concreto de manera igual.
- ❖ Golpee ligeramente los lados del molde de 10 a 15 veces con el

mazo, después de cada capa a fin de cerrar cualquier hoyo de inserción que se hubiera podido formar.

- ❖ Enrase la parte superior con la varilla.
- ❖ Traslade los moldes cilíndricos al pozo de curado.
- ❖ Protegí los cilindros contra la luz directa del sol o calor radiante y contra temperaturas de congelación en invierno.
- ❖ Realice la identificación correspondiente de cada probeta, la fecha, tipo de resistencia, porcentajes que se le adicionó de fibra de acero reciclado de neumático y microsilice.

En concordancia con la NTP-339.034, para mantener un molde cilíndrico dentro de un rango aceptable antes de que se rompa, la compresión axial debe aplicarse a una velocidad precisa al molde durante la producción. La tensión de compresión de la muestra se determina multiplicando el coeficiente de carga máximo por el área de la sección transversal de la muestra. Cuando la muestra comenzó a deformarse, la tasa de carga aumentó hasta el máximo. La resistencia del concreto se estudió durante 7, 14 y 28 días.

Procedimiento:

- ❖ Las muestras se verificaron a intervalos de 7, 14 y 28 días.
- ❖ Se midieron los parámetros de la muestra.
- ❖ La inspección preliminar muestra que ambas placas están immaculadas y que la muestra está perfectamente centrada entre ellas antes de que comiencen las pruebas.
- ❖ Aplicar la carga continuamente para evitar colisiones.
- ❖ Una vez alcanzado el máximo esfuerzo P , se recogieron los datos.

Expresión de resultados:

Para averiguar cuánta resistencia tiene la muestra a la compresión, utilizamos la fórmula siguiente:

$$f'c = 4P / \pi D^2$$

Dónde:

F'c: Resistencia a la fractura por compresión (Kg/cm^2)

P: Es el esfuerzo máximo de rotura (Kg)

D: Es el diámetro medio (cm) del espécimen cilíndrico.

Tabla13. Resistencia a la compresión a los 7 días

Descripción	Longitud de fibra de acero (cm)	Edad en Días	Resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ²	Resistencia a compresión promedio $f'c=210$ kg/c m ²
Patrón (0% de fibra de acero neumatico +0% de microsilice)		7	173.9	154.6
			130.2	
			159.5	
Patrón (6% de fibra de acero de neumatico +5% de microsilice)	5 cm	7	136.7	155.4
			148	
			181.7	
Patrón (9% de fibra de acero de neumatico +7.5% de microsilice)	5 cm	7	184.2	167.17
			168.3	
			149	
Patrón (12% de fibra de acero de neumatico +10% de microsilice)	5 cm	7	188.6	196.57
			227.4	
			173.8	

*Nota. El autor



Figura 30. Resistencia de compresión a los 7 días

*Nota. El autor

Interpretación: Según la tabla N°13 y figura N°30, se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsíllice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsíllice, se obtuvo un incremento de 0.52%, para el D2, 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsíllice, el incremento es de 8.13% y para el diseño D3, 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsíllice se presentó un incremento de 27.15% de la resistencia convencional a los 7 días. Mostrando resultados positivos y significativos.

Tabla14. Resistencia a la compresión a los 14 días

Descripción	Longitud de fibra de acero reciclado de neumático (cm)	Edad en Días	Resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ²	Resistencia a la compresión promedio $f'c=210$ kg/cm ²
Patron (0% FAR +0% MS)		14	192.3	193.62
			184.8	
			203.8	
(6% FAR +5% MS)	5 cm	14	166.7	218.2
			274.2	
			213.3	
(9% FAR +7.5% MS)	5 cm	14	219	225.33
			222.4	
			234.5	
(12% FAR+10% MS)	5 cm	14	263.8	231.2
			218	
			212.1	

*Nota. El autor



Figura 31. Resistencia de compresión a los 14 días

*Nota. El autor

Interpretación: Según la tabla N°14 y figura N°31, se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsilice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsilice, se obtuvo un incremento de 12.69%, para el D2, 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsilice, el incremento es de 16.68% y para el diseño D3, 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsilice se presentó un incremento de 19.41% de la resistencia convencional a los 14 días. Mostrando resultados positivos y significativos.

Tabla15. Resistencia a la compresión a los 28 días

Descripción	Longitud de fibra de acero reciclado de neumático (cm)	Edad en Dias	Resistencia a la compresión $f'c=210$ kg/cm ²	Resistencia a la compresión promedio $f'c=210$ kg/cm ²
(0% FAR +0% MS)		28	218.2	236.89
			252.5	
			240.3	
(6% FAR +5% MS)	5 cm	28	263.7	245.08
			232	
			239.3	
(9% FAR +7.5% MS)	5 cm	28	231.1	255.16
			271.2	
			263.5	
(12% FAR+10% MS)	5 cm	28	241.6	283.5
			287.5	
			321.4	

*Nota. El autor

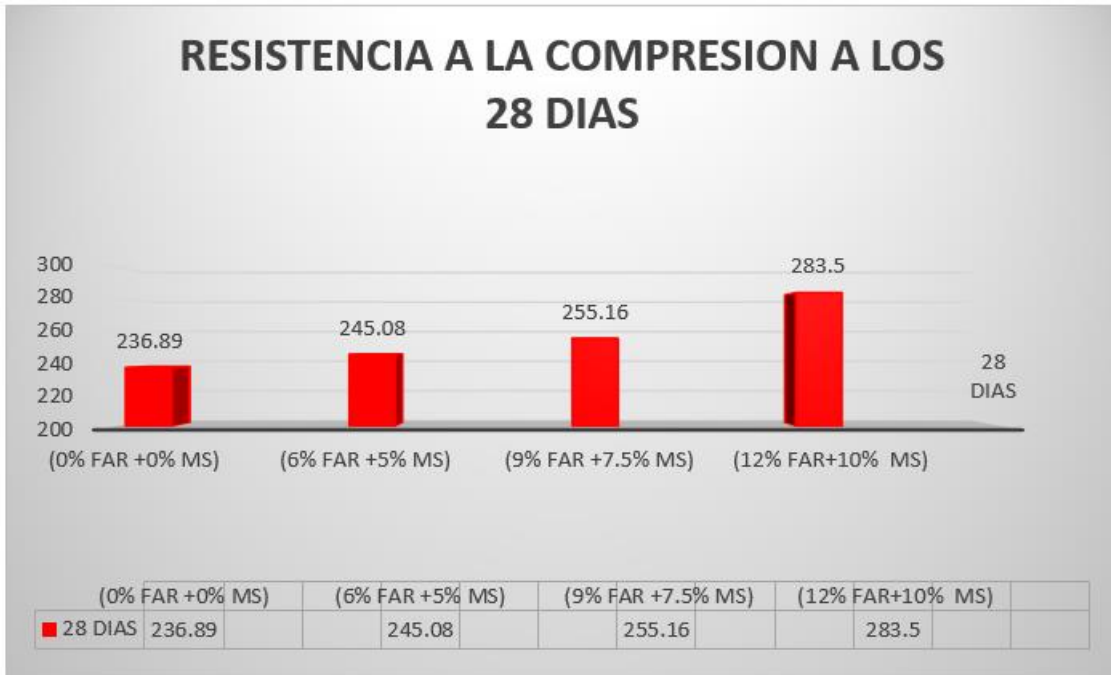


Figura 32. Resistencia de compresión a los 28 días

*Nota. El autor

Interpretación: Según la tabla N°15 y figura N°32, se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsíllice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsíllice, se obtuvo un incremento de 3.46%, para el D2, 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsíllice, el incremento es de 7.71% y para el diseño D3, 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsíllice se presentó un incremento de 19.68% de la resistencia convencional a los 28 días. Mostrando resultados positivos y significativos.

Comparación de resultados. Para ver la evolución de la resistencia a la compresión con el tiempo en todos los grupos de control, se muestran los resultados obtenidos sobre la resistencia a la compresión en la siguiente figura a los 7, 14 y 28 días.

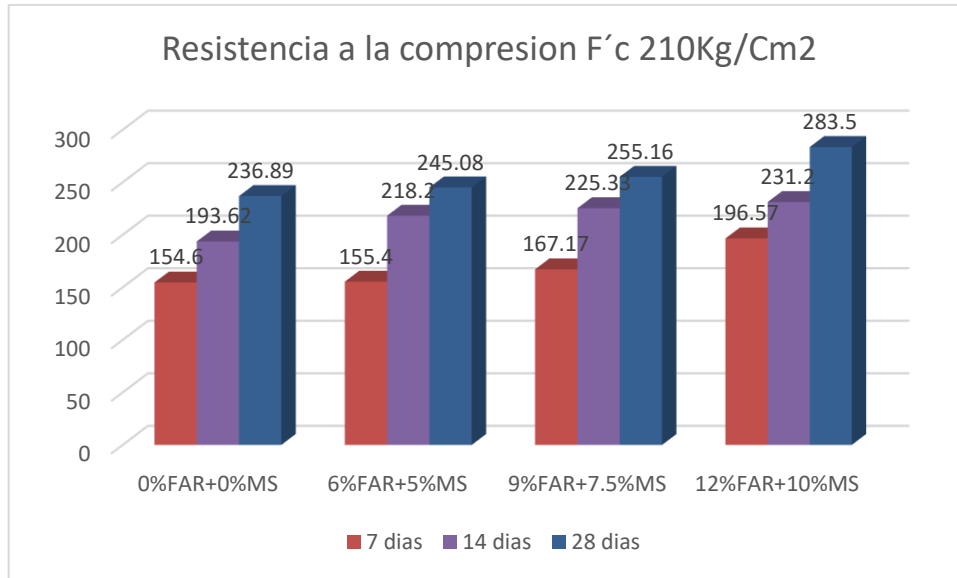


Figura 33. Efectos en la resistencia a compresión de los grupos de prueba

*Nota. El autor

La evolución al incorporar acero reciclado de neumáticos y microsíllice en diferentes proporciones al concreto fresco que se observa en la figura, donde indica que la dosis de 12% FAR +10% MS incrementa significativamente la resistencia a compresión: A los 7 días es de $196.57 \frac{Kg}{cm^2}$, a los 14 días es de $231.2 \frac{Kg}{cm^2}$ y a los 28 días es de $283.5 \frac{Kg}{cm^2}$, en comparación al diseño estándar: a los 7 días es de $154.6 \frac{Kg}{cm^2}$, a los 14 días es de $193.62 \frac{Kg}{cm^2}$ y a los 28 días es de $236.89 \frac{Kg}{cm^2}$.

Contrastación de hipótesis 3: La incorporación de fibras de acero reciclado de neumático y microsíllice en la resistencia a compresión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

H0: La distribución de la variable Resistencia a la compresión no difiere de la distribución normal.

H1: La distribución de la variable Resistencia a la compresión difiere de la distribución normal.

Tabla16. Prueba de normalidad de la variable Resistencia a la compresión

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0,912	3	0,423
D1	0,993	3	0,835
D2	0,888	3	0,347
D3	0,750	3	0,100

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: H_0 es aceptable porque los niveles de significación asintótica bilateral obtenidos (0,423, 0,835 y 0,347 y 0,100) son mayores que el nivel de significación ($\alpha = 0.050$). Se aceptan los siguientes: La distribución de la resistencia a la flexión variable no se desvía de la distribución normal, por lo que se debe usar una prueba paramétrica al probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

H₀: La incorporación de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice no aumenta en la resistencia a compresión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho - 2022.

H₁: La incorporación de acero reciclado de neumático y microsilice aumenta en la resistencia a compresión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho - 2022.

Tabla17. Prueba T para comparar una muestra a un valor

Valor de prueba = 236.89	t	gl	Sig. (bilateral)
D3	1,027	2	0,012
D2	16,585	2	0,004
D1	10,033	2	0,010

A un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , La resistencia a la compresión se incrementa entre los concretos elaborados incorporando fibras de

acero reciclado de neumático y microsilice y las de concreto patrón o muestra de referencia en su estado endurecido.

Tabla18. Prueba de Tukey para la resistencia a la compresión

DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
1	3	237,0000
2	3	245,0000
3	3	255,2667
4	3	283,5000
Sig.		0,198

La contrastación de hipótesis se argumenta y se basa en los resultados obtenidos por los ensayos realizados a los especímenes cilíndricos con respecto a la resistencia a compresión con incorporación en dosificaciones de 12% de FAR + 10% MS, muestra un mejor comportamiento con respecto al concreto patrón los cuales fueron ensayados a los 28 días, obteniendo los siguientes resultados: 283.50 kg/cm², frente a un 236.89 kg/cm² de la muestra patrón, donde se observa que el valor en los porcentajes de 12% de FAR + 10% MS están por encima de la muestra patrón.

4.1.7. Resistencia a la Flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm².

Elaboración de probetas prismáticas (vigas) ASTM C -31

Procedimiento

- ❖ Se preparó los moldes con una capa delgada de desmoldante.
- ❖ Asimismo, coloque los moldes prismáticos sobre una superficie nivelada.

- ❖ Coloque el concreto con el cucharón en el molde, realizando la intersección que deben atravesar por lo menos una pulgada de la capa inferior, distribuyendo alrededor del interior se realizarán dos capas de manera uniforme y compacta con la varilla 56 veces alrededor de la capa.
- ❖ Golpeo ligeramente los lados del molde de 10 a 15 veces con el mazo, después de cada capa.
- ❖ Enrase la parte superior de la última capa con una llana metálica.
- ❖ Posterior, la viga fragüe que paso 24 horas, se desmolda las vigas prismáticas.
- ❖ Traslado de los moldes cilíndricos al pozo de curado.
- ❖ Realice la identificación correspondiente de cada viga, la fecha, tipo de resistencia, porcentaje de adición de concreto.

Tabla 19. Resistencia a la flexión a los 7 días

Resistencia a la flexión del concreto (210 kg/cm²) – 7 días				
Descripción	Longitud de fibra de acero (cm)	Edad en Dias	Resistencia a la flexión Mr (kg/cm ²)	Resistencia a la flexión Promedio Mr (kg/cm ²)
0% FAR+0% MS		7	44.26	43.2
			42.22	
6% FAR+5% MS	5	7	46.27	46
			45.68	
9% FAR+7.5% MS	5	7	42.45	46.3
			50.19	
12% FAR+10% MS	5	7	44.23	46.4
			48.5	

*Nota. El autor

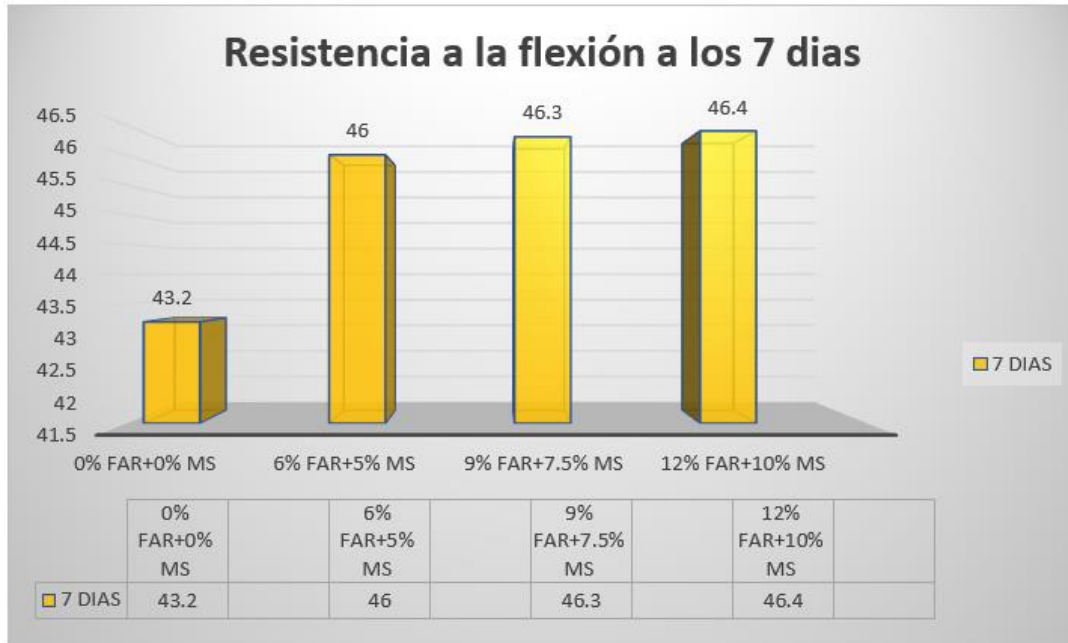


Figura 34. Resistencia de flexión a los 7 días

*Nota. El autor

Interpretación: Según la tabla N°19 y figura N°34, se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsílíce con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce, se obtuvo un incremento de 6.48%, para el D2, 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce, el incremento es de 7.18% y para el diseño D3, 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce se presentó un incremento de 7.40% de la resistencia convencional a los 7 días. Mostrando resultados positivos y significativos.

Tabla20. Resistencia a la flexión a los 14 días

Resistencia a la flexión del concreto (210 kg/cm ²) – 14 días				
Descripción	Longitud de fibra de acero (cm)	Edad en Dias	Resistencia a la flexión Mr (kg/cm ²)	Resistencia a la flexión Promedio Mr (kg/cm ²)
0% FAR+0% MS		14	46.45	46.9
			47.31	
6% FAR+5% MS	5	14	46.31	48.3
			50.31	
9% FAR+7.5% MS	5	14	49.93	49.3
			48.63	
12% FAR+10% MS	5	14	50.19	51
			51.91	

*Nota. El autor



Figura 35. Resistencia de flexión a los 14 días

*Nota. El autor

Interpretación: Según la tabla N°20 y figura N°35, se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsíllice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsíllice, se obtuvo un incremento de 2.98%, para el D2, 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsíllice, el incremento es de 5.12% y para el diseño D3, 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsíllice se presentó un incremento de 8.74% de la resistencia convencional a los 14 días. Mostrando resultados positivos y significativos.

Tabla21. Resistencia a la flexión a los 28 días

Resistencia a la flexión del concreto (210 kg/cm ²) – 28 días				
Descripción	Longitud de fibra de acero (cm)	Edad en Días	Resistencia a la flexión Mr (kg/cm ²)	Resistencia a la flexión Promedio Mr (kg/cm ²)
0% FAR+0% MS		28	49.45	50.8
			52.11	
6% FAR+5% MS	5	28	51.49	51.5
			51.5	
9% FAR+7.5% MS	5	28	52.84	52.3
			51.72	
12% FAR+10% MS	5	28	54.5	55.5
			56.42	

*Nota. El autor

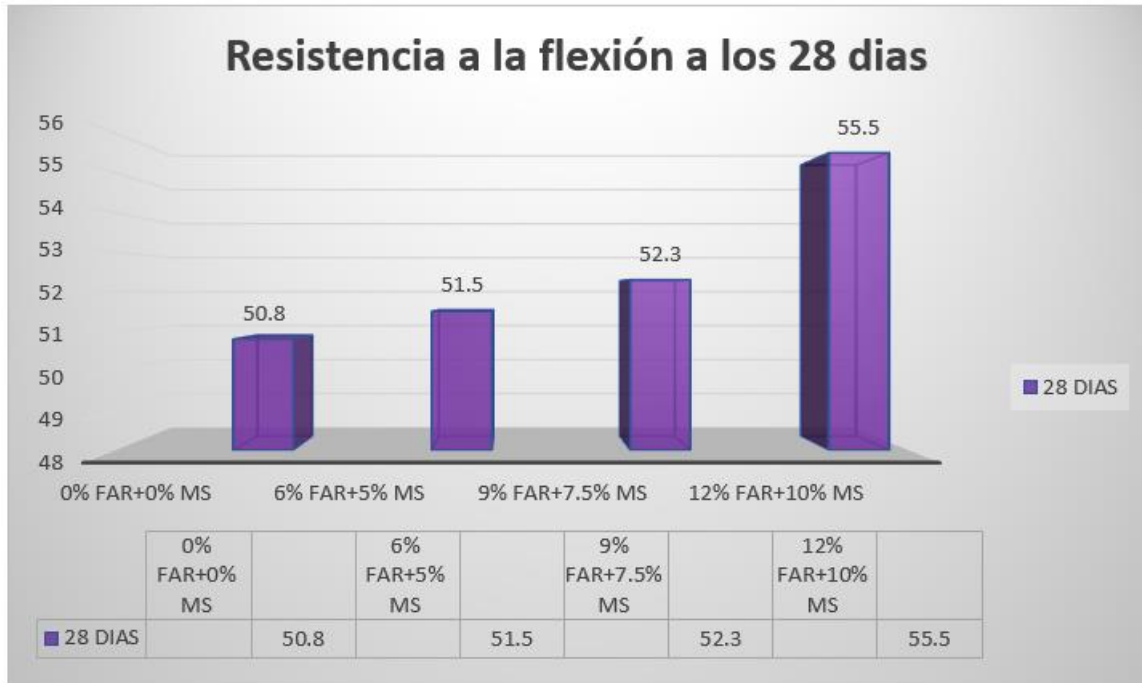


Figura 36. Resistencia de flexión a los 28 días

*Nota. El autor

Interpretación: Según la tabla N°21 y figura N°36, se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsilice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsilice, se obtuvo un incremento de 1.38%, para el D2, 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsilice, el incremento es de 2.95% y para el diseño D3, 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsilice se presentó un incremento de 9.25% de la resistencia convencional a los 28 días. Mostrando resultados positivos y significativos.

Contrastación de hipótesis 4: La incorporación de la adicción de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice en la resistencia a flexión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

H0: La distribución de la variable Resistencia a la flexión no difiere de la distribución normal.

H1: La distribución de la variable Resistencia a la flexión difiere de la distribución normal.

Tabla 22. Prueba de normalidad de la variable Resistencia a la flexión

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0,260	2	0,870.
D1	0,260	2	0,100.
D2	0,260	2	0,750.
D3	0,260	2	0,620.

Fuente: Elaboración propia

Conclusión: H0 es aceptable porque los niveles de significación asintótica bilateral obtenidos (0.870, 0.100, 0.750, 0.620) son mayores que el nivel de significación ($\alpha = 0.050$). Se aceptan los siguientes: La distribución de la resistencia a la flexión variable no se desvía de la distribución normal, por lo que se debe usar una prueba paramétrica al probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

H0: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice no aumenta en la resistencia a flexión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

H1: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice aumenta en la resistencia a flexión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

Tabla23. Prueba T para comparar una muestra a un valor

Valor de prueba = 50.08	t	gl	Sig. (bilateral)
D3	1,393	1	0,027
D2	-,219	1	0,003
D1	4,125	1	0,041

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , es decir que: La resistencia a la flexion se incrementa entre los concretos elaborados incorporando con fibras de acero reciclado de neumático y microsilice y las de concreto patrón o muestra de referencia en su estado endurecido.

Tabla24. Prueba de Tukey para la resistencia a la flexión

DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
1	2	50,7800
2	2	51,4950
3	2	52,2800
4	2	55,4600
Sig.		0,061

La contrastación de hipótesis se argumenta en la comparación de la resistencia a la flexión entre los especímenes prismáticos elaborados incorporando fibras de acero reciclado de neumático y microsilice y las de concreto patrón mostrando que 12% de FAR + 10% MS y el concreto patrón los cuales fueron ensayados a los 28 días, obteniendo los siguientes resultados: 55.5 kg/cm² y la muestra patrón cuyo valor es 50.8 kg/cm² donde se observa que el valor en los porcentajes de 12% de FAR + 10% MS están por encima de la muestra patrón.

4.1.8. Resistencia a la Tracción del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Resistencia a tracción por medio de la prueba diametral = $2P/\pi LD$

Donde:

P = Carga Máxima (Kg)

L = longitud (cm)

D = Diámetro (cm)

Se realizaron ensayos radiales para determinar la resistencia a la tracción del concreto para verificar y disminuir posibles errores.

Tabla25. Resistencia a tracción por la prueba diametral a los 7 días

Resistencia a la traccion del concreto (210 kg/cm ²) – 7 días				
Descripción	Longitud de fibra de acero (cm)	Edad en Dias	Resistencia a la traccion (kg/cm ²)	Resistencia a la traccion Promedio (kg/cm ²)
0% FAR+0% MS		7	20	22
			22	
			23	
6% FAR+5% MS	5	7	23	24
			25	
			24	
9% FAR+7.5% MS	5	7	26	27
			25	
			29	
12% FAR+10% MS	5	7	30	32
			34	
			32	

*Nota. El autor



Figura 37. Resistencia de tracción a los 7 días

*Nota. El autor

Interpretación: Según la tabla N°25 y figura N°37, se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsilice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsilíce, se obtuvo un incremento de 9.10%, para el D2, 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsilíce, el incremento es de 22.72% y para el diseño D3, 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsilíce se presentó un incremento de 45.45% de la resistencia convencional a los 7 días. Mostrando resultados positivos y significativos.

Tabla26. Resistencia a tracción por la prueba diametral a los 14 días

Resistencia a la tracción del concreto (210 kg/cm ²) – 14 días				
Descripción	Longitud de fibra de acero (cm)	Edad en Días	Resistencia a la tracción Mr (kg/cm ²)	Resistencia a la tarcción Promedio Mr (kg/cm ²)
0% FAR+0% MS		14	25	26
			27	
			27	
6% FAR+5% MS	5	14	29	29
			30	
			28	
9% FAR+7.5% MS	5	14	32	32
			31	
			32	
12% FAR+10% MS	5	14	37	39
			40	
			39	

*Nota. El autor



Figura 38. Resistencia de tracción a los 14 días

*Nota. El autor

Interpretación: Según la tabla N°26 y figura N°38, se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsilice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsilice, se obtuvo un incremento de 11.54%, para el D2, 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsilice, el incremento es de 23.08% y para el diseño D3, 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsilice se presentó un incremento de 50.00% de la resistencia convencional a los 14 días. Mostrando resultados positivos y significativos.

Tabla27. Resistencia a tracción por la prueba diametral a los 28 días

Resistencia a la tracción del concreto (210 kg/cm²) – 28 días				
Descripción	Longitud de fibra de acero (cm)	Edad en Días	Resistencia a la tracción Mr (kg/cm ²)	Resistencia a la tracción Promedio Mr (kg/cm ²)
0% FAR+0% MS		28	28	30
			32	
			31	
6% FAR+5% MS	5	28	36	34
			34	
			33	
9% FAR+7.5% MS	5	28	39	38
			37	
			39	
12% FAR+10% MS	5	28	44	45
			46	
			46	

*Nota. El autor



Figura 39. Resistencia de tracción a los 28 días

*Nota. El autor

Interpretación: Según la tabla N°27 y figura N°39, se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsilice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsilíce, se obtuvo un incremento de 13.33%, para el D2, 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsilíce, el incremento es de 26.67% y para el diseño D3, 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsilíce se presentó un incremento de 50.00% de la resistencia convencional a los 28 días. Mostrando resultados positivos y significativos.

Contrastación de hipótesis 5: La incorporación de la adicción de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice en la resistencia a tracción del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

H0: La distribución de la variable Resistencia a la tracción no difiere de la

distribución normal.

H1: La distribución de la variable Resistencia a la tracción difiere de la distribución normal.

Tabla28. Prueba de normalidad de la variable Resistencia a la tracción

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0,260	2	0,870.
D1	0,260	2	0,100.
D2	0,260	2	0,750.
D3	0,260	2	0,620.

Conclusión: H0 es aceptable porque los niveles de significación asintótica bilateral obtenidos (0.870, 0.100, 0.750, 0.620) son mayores que el nivel de significancia ($\alpha = 0.050$). Se aceptan los siguientes: La distribución variable de la resistencia a la tracción no se desvía de la distribución normal, por lo que se debe usar una prueba paramétrica al probar la hipótesis.

Prueba de hipótesis de investigación:

Ho: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice no aumenta en la resistencia a tracción del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

H1: La incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice aumenta en la resistencia a la tracción del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022.

Tabla29. Prueba T para comparar una muestra a un valor

Valor de prueba = 30	t	gl	Sig. (bilateral)
D3	1,393	1	0,096
D2	-0,219	1	0,003
D1	4,125	1	0,041

Para un 95% de nivel de confianza se rechaza la H_0 , la resistencia a la tracción se incrementa entre los concretos elaborados incorporando con fibras de acero reciclado de neumático y microsilice y las de concreto patrón o muestra de referencia en su estado endurecido.

Tabla30. Prueba de Tukey para la resistencia a la tracción

DISEÑO	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
1	3	30,3333			
2	3		34,3333		
3	3			38,3333	
4	3				45,3333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

La contrastación de hipótesis se argumenta en la comparación de la resistencia a la tracción entre los especímenes cilindricos elaborados incorporando de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice y las de concreto patrón mostrando que 12% de FAR + 10% MS y el concreto patrón los cuales fueron ensayados a los 28 días, obteniendo los siguientes resultados: 45 kg/cm², y la muestra patrón cuyo valor es 30.00 kg/cm² donde se observa que el valor en los porcentajes de 12% de FAR + 10% MS están por encima de la muestra patrón.

V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados podemos mencionar que la adición de Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos y Microsílice demuestra que mejora significativamente en las Propiedades del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², ya que en el procedimiento de aplicación se pudo apreciar a mayor detalle que las propiedades físicas y mecánicas.

Indicador 1: Slump

Para el slump del concreto, al adicionar fibras de acero reciclado de llantas y microsílice en los diseños MD1 de 6% FAR + 5 % MS, resulta un valor de 3.5 pulgadas. Para MD2 de 9% FAR+ 7.5 % MS, se obtuvo un slump de 3.3 pulgadas y para un MD3 de 12% FAR + 10 % MS, se obtuvo un slump de 3.1 pulgadas. Determinando que el slump disminuye y se hace menos trabajable, para un concreto con la incorporación de 12% FAR + 10 % MS, correspondiente a una reducción de 24.59% con respecto al diseño patrón. Estos resultados guardan relación con Accilio y Chancas, quienes, concluyen que al incorporar fibras de acero y microsílice en diferentes proporciones i) fibra de acero 1% respecto a la carga del concreto y microsílice 5% respecto a la carga del cemento ii) filamentos de acero 1.5% respecto al peso del concreto y microsílice 7.5% respecto al peso del cemento iii) filamentos de acero 2% respecto al peso del concreto y micro sílice 10% respecto al peso del cemento. Se reduce la manipulación (trabajabilidad) de la mezcla de concreto.

Los resultados de la presente investigación son diferentes a los del antecedente porque se utiliza proporciones distintas.

Indicador 2: Permeabilidad del concreto

Para la permeabilidad del concreto, al adicionar fibras de acero reciclado de llantas y microsílice en los diseños MD1 de 6% FAR + 5 % MS, resulta el coeficiente de 0.000173. Para MD2 de 9% FAR+ 7.5 % MS, se obtuvo un coeficiente de 0.000165 y para un MD3 de 12% FAR + 10 % MS, se obtuvo un

coeficiente de 0.000152. Determinando que el coeficiente disminuye y se hace menos permeable, para un concreto con la incorporación de 12% FAR + 10 % MS, correspondiente a una reducción de 77.94% con respecto al diseño patrón. Con respecto a este indicador, no se han encontrado antecedentes, sin embargo, se puede afirmar que las mejoras respecto al coeficiente de permeabilidad son significativamente positivas.

Indicador 3: Resistencia a la compresión

Para la resistencia a compresión del concreto, al adicionar fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce en los diseños MD1 de 6% FAR + 5 % MS, resulta un valor de 245.08 kg/cm², mismo que representa un 3.46%, mayor al diseño patrón. Para MD2 de 9% FAR+ 7.5 % MS, se obtuvo un valor de 255.16 kg/cm², mismo que representa un 7.71%, mayor al diseño patrón. y para un MD3 de 12% FAR + 10 % MS, se obtuvo un valor de 283.5 kg/cm², mismo que representa un 19.68%, mayor al diseño patrón. Mostrando resultados positivos y significativos. Estos resultados guardan relación con Accilio y Chancas, quienes, concluyen que al incorporar fibras de acero y microsílíce en diferentes proporciones i) fibra de acero 1% respecto a la carga del concreto y microsílíce 5% respecto a la carga del cemento ii) filamentos de acero 1.5% respecto al peso del concreto y microsílíce 7.5% respecto al peso del cemento iii) filamentos de acero 2% respecto al peso del concreto y micro sílice 10% respecto al peso del cemento. Se concluye que existe un incremento en la resistencia a compresión a los 28 días, en el tercer grupo se obtuvo un $f'c = 362$ kg/cm² esto representa un aumento del 122% respecto al concreto patrón.

Los resultados de la presente investigación son diferentes a los del antecedente porque se utiliza proporciones distintas, además de que el $F'c$ es diferente en cada investigación.

Indicador 4: Resistencia a la flexión

Para la resistencia a la flexión del concreto, al adicionar fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce en los diseños MD1 de 6% FAR + 5 % MS, resulta

un valor de 51.5 kg/cm², mismo que representa un 1.38%, mayor al diseño patrón. Para MD2 de 9% FAR+ 7.5 % MS, se obtuvo un valor de 52.3 kg/cm², mismo que representa un 2.95%, mayor al diseño patrón. y para un MD3 de 12% FAR + 10 % MS, se obtuvo un resultado de 55.5 kg/cm², mismo que significa un 9.25%, mayor al diseño patrón. Mostrando resultados positivos y significativos.

Estos resultados guardan relación con Accilio y Chancas, quienes, concluyen que al incorporar fibras de acero y microsílíce en diferentes proporciones i) fibra de acero 1% respecto a la carga del concreto y microsílíce 5% respecto a la carga del cemento ii) filamentos de acero 1.5% respecto al peso del concreto y microsílíce 7.5% respecto al peso del cemento iii) filamentos de acero 2% respecto al peso del concreto y micro sílice 10% respecto al peso del cemento. Se concluye que existe un incremento en la resistencia a la flexión en el grupo tres dio un resultado de 55 kg/cm² que significa un aumento del 167% con relación al concreto patrón.

Por otro lado (Mastali, 2019), en su investigación donde utilizo fibras de acero reciclado en volúmenes de 0.5% y 1%, por otra parte, se utilizó cenizas volantes y humo de silicio estos en reemplazo del cemento ordinario con respecto a su peso 10%, 20% y 40%. Mejoro el comportamiento a flexión. Obteniendo resultados de incremento en su durabilidad del 8%, 20% y 30% con respecto a un concreto convencional.

Los resultados de la presente investigación son diferentes a los del antecedente porque se utiliza proporciones distintas.

Indicador 5: Resistencia a la tracción

Para la resistencia a la tracción del concreto, al adicionar fibras de acero reciclado de llantas y microsílíce en los diseños MD1 de 6% FAR + 5 % MS, resulta el incremento de la tracción en 13.33%. Para MD2 de 9% FAR+ 7.5 % MS, se obtuvo el incremento de la tracción en 26.67%y para un MD3 de 12% FAR + 10 %

MS, se obtuvo un el incremento de la tracción en 50.00%. Determinando que el incremento de la tracción mayor se da para un concreto con la incorporación de 12% FAR + 10 % MS.

Estos resultados, guardan relación con lo que sostienen (Domski, 2017) quien al utilizar los filamentos de acero reciclados obtuvo una resistencia a tracción 14% más elevada respecto a su diseño patrón.

Los resultados de la presente investigación son similares a los del antecedente porque utilizan proporciones iguales, sin embargo, no utiliza microsilice.

Por otro lado, Accilio y Chancas sostienen que en el agrupamiento tres se verifico la resistencia a tracción de 45 kg/cm² que representa un incremento del 150% con relación al concreto patrón, se utilizó el método radial.

VI. CONCLUSIONES

- ❖ Se ha determinado que los efectos de la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades del concreto $f'c$ 210 kg/cm² son positivos porque mejoran las propiedades del concreto $f'c$ 210 kg/cm² para el uso en pavimentos de la siguiente manera; el slump se mantiene dentro del rango de diseño, la permeabilidad disminuye en 22.06%, la resistencia a compresión aumenta en 19.68%, la resistencia a flexión aumenta en 9.25%, la resistencia a tracción aumenta en 50%. Estos indicadores presentan los mejores resultados para la MD3 (Diseño N° 03).
- ❖ Se ha calculado que la adición de FAR de neumático y microsílíce influye negativamente en relación al slump de la siguiente manera; existe una reducción del revenimiento de los concretos resultando que a mayor porcentaje adicionado de fibras de acero reciclado de llantas y micro sílice existe variación en la consistencia (SLUMP) del diseño estándar que es de 4.1 pulgadas en comparación de los diseños con incorporación de concreto reciclado que nos dieron valores de 3.5 pulgadas para MD1 (Diseño N° 01): a las muestras de concreto con la adición de 6% de fibras de acero reciclado de llantas + 5 % de microsílíce. Para MD2 (Diseño N° 02): a las muestras de concreto con la incorporación de 9% de fibras de acero reciclado de llantas + 7.5 % de microsílíce, se obtuvo un slump de 3.3 pulgadas y para un MD3 (Diseño N° 03): a las muestras de concreto con la adición de 12% de fibras de acero reciclado de llantas + 10 % de microsílíce, se obtuvo un slump de 3.1 pulgadas, según lo indicado en la tabla 5. Esto se confirma con la contrastación de hipótesis donde se ha determinado que se acepta la H1 que indica que la incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsílíce disminuye el slump del concreto convencional $f'c = 210$ kg/cm² con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022. Encontrándose que todas las dosificaciones, se encuentran dentro del slump de diseño.

- ❖ Se ha calculado que la adición de FAR de neumático y microsilice influye negativamente en relación a la permeabilidad de la siguiente manera; se demuestra que existe una disminución en el coeficiente de permeabilidad. A los 28 días de fraguado, se considera que el concreto estándar tiene un porcentaje de transmisión del 100% en comparación con otros porcentajes. En este caso se observa que el concreto con la adición de fibras de acero reciclado de llantas y microsilice presenta una reducción en el coeficiente, considerando que para el primer MD1 (Diseño N° 01), tiene un coeficiente de permeabilidad que representa el 88.79% con respecto al diseño patrón. Para MD2 (Diseño N° 02), tiene un coeficiente de permeabilidad que representa el 84.60% con respecto al diseño patrón y para un MD3 (Diseño N° 03), tiene un coeficiente de permeabilidad que representa el 77.94% con respecto al diseño patrón. Según lo indicado en la tabla 9. Esto se confirma con la contrastación de hipótesis donde se ha determinado que se acepta la H1 que indica que la incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice disminuye la permeabilidad del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022. Encontrándose que la dosificación 1, se encuentran dentro del coeficiente de diseño aceptable.

- ❖ Se ha calculado que la incorporación de FAR de neumático y microsilice influye favorablemente en relación a la resistencia a la compresión. Se determinó que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsilice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, se obtuvo un incremento de 3.46%, para el D2 9%, el incremento es de 7.71% y para el diseño D3, se presentó un incremento de 19.68% de la resistencia convencional a los 28 días. Mostrando resultados positivos y significativos. Según lo indicado en la tabla 15. Esto se confirma con la contrastación de hipótesis donde se ha determinado que se acepta la H1 que indica que la incorporación de acero reciclado de neumático y microsilice aumenta en la resistencia a compresión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho -

2022. Encontrándose que todas las dosificaciones, se encuentran dentro de la resistencia a la compresión de diseño.

- ❖ Se ha calculado que la incorporación de FAR de neumático y microsilice influye favorablemente en relación a la resistencia a la flexión. Se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsilice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, se obtuvo un incremento de 1.38%, para el D2, el incremento es de 2.95% y para el diseño D3, se presentó un incremento de 9.25% de la resistencia a la flexión convencional a los 28 días. Mostrando resultados positivos y significativos. Según lo indicado en la tabla 21. Esto se confirma con la contrastación de hipótesis donde se ha determinado que se acepta la H1 que indica que la incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice aumenta en la resistencia a flexión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022. Encontrándose que todas las dosificaciones, se encuentran dentro de la resistencia a la flexión de diseño.
- ❖ Se ha calculado que la incorporación de FAR de neumático y microsilice influye favorablemente en relación a la resistencia a la tracción. Se observa que al incorporar proporciones de fibra de acero reciclado de neumático y microsilice con respecto al diseño de mezcla patrón, para el D1, se obtuvo un incremento de 13.33%, para el D2, el incremento es de 26.67% y para el diseño D3, se presentó un incremento de 50.00% de la resistencia a la tracción convencional a los 28 días. Mostrando resultados positivos y significativos. Según lo indicado en la tabla 27. Esto se confirma con la contrastación de hipótesis donde se ha determinado que se acepta la H1 que indica que la incorporación de la adición de fibras de acero reciclado de neumático y microsilice aumenta en la resistencia a flexión del concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con fines de pavimento rígido, Ayacucho – 2022. Encontrándose que todas las dosificaciones, se encuentran dentro de la resistencia a la tracción de diseño.

- ❖ El principal aporte que realiza el tesista es presentar resultados que contribuye a optimizar los diseños de mezcla utilizando materiales reciclados, mismos que favorecen en las propiedades del concreto.

VII. RECOMENDACIONES

- ❖ Considerando que en el trabajo de investigación se ha evaluado que a mayor cantidad de FAR se incrementa la resistencia a compresión, se recomienda experimentar con adiciones más altas de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce al concreto, ya que puede brindar mayores beneficios de los que ya se han logrado con respecto a las propiedades físicas y mecánicas del concreto.
- ❖ Considerando que en el trabajo de investigación se ha evaluado los resultados a los 28 días. Es recomendable realizar la prueba durante más de 28 días, ya que la incorporación de microsílíce y fibras de acero proporcionará beneficios aún mayores debido a la variabilidad en la resistencia del concreto incluso después de 28 días.
- ❖ Se recomienda que, para el proceso de mezclado, se debe agregar las fibras junto con los agregados, ya sea todo en conjunto o al final de todos los materiales, mas no al inicio de la mezcla, ya que esto ocasiona que las fibras no se distribuyan bien en el mezclado.
- ❖ Considerando que los resultados de la investigación, con respecto a de la consistencia del concreto en estado fresco nos da como resultado de slump 3.1 pulgadas , se recomienda trabajar diseños de concreto adicionando un plastificante para mejorar esta consistencia.

Referencias

- Abanto. (2009). Tecnología del Concreto. . Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Accilio, & Chancas. (2020). Evaluación del hormigón $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ agregando fibras de acero y micro sílice, Lima 2020. Repositorio institucional UCV, Lima.
- Arias. (2006). Metodología de la investigación .
- Carrasco. (2019). Resistencia por compresión y módulo de rotura en pavimentos rígidos, incorporando microsíllice y un policarboxilato. Repositorio Institucional Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Castro. (2016). LAS FIBRAS DE VIDRIO, ACERO Y POLIPROPILENO EN FORMA DE HILACHAS, APLICADAS COMO FIBRAS DE REFUERZO EN LA. Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/23307/1/Tesis%201019%20-%20Castro%20Aguirre%20Julio%20C%C3%A9sar.pdf>
- Domski, J., Katzer, J., Zakrzewski, M., & Ponikiewski, T. (2017). "Comparison of the mechanical characteristics of engineered and waste steel fiber used as reinforcement for concrete". journal of cleaner production, 18-28. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.165>
- Gonzales, A. (2014). Metodología de la Investigación. Lima.
- Hurtado. (2010). Metodología de la Investigación. Caracas.
- Hurtado, J. (2010). Enfoque de la investigación. Caracas.
- Lope, E. (2005). Tecnología del concreto.
- Lopez. (2012). Diseño de mezclas. . Editorial Hozlo SCRL.
- Mastali, M. D. (2019). A comparison of the effects of pozzolanic binders on the hardened-state properties of high-strength cementitious composites

reinforced with waste tire fiber. 134-153. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.10.100>

Nazer. (2019). HORMIGÓN SUSTENTABLE BASADO EN FIBRAS DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO. Obtenido de <https://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/RICA.2019.35.03.17>

Neville. (1998). Mantenimiento y Durabilidad de las Estructuras.

Oseña, D. (2008). Metodología de la investigación . Lima.

Pasquel. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Lima: CIP.

Rivas. (2004). Concreto de alta resistencia utilizando Microsilice. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3726/TESIS%20HHCG%20-%20100%25%20Rev%201Ab.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Torre. (2004). Curso básico de tecnología del concreto. Lima: UNI.

Toxement, E. G. (2016). Microsilice. Obtenido de https://www.toxement.com.co/media/3379/microsilice_p.pdf

Vaitkus, A., Gražulytė, J., Šernas, O., Karbočius, M., & Mickevič, R. (2022). “Concrete Modular Pavement Structures with Optimized Thickness Based on Characteristics of High Performance Concrete Mixtures with Fibers and Silica Fume. Gintautas Skripkiunas, 1-12.

Yura. (2014). Cementos Yura. Lima.

American Society for Testing and Materials C31

American Society for Testing and Materials C33

Norma Técnica Peruana NTP 400.037

MERICAN CONCRETE INSTITUTE ACI 211.1-921

Ensayos de resistencia a la Traccion ASTM C496

ensayos de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78.

Norma Tecnica Peruana NTP339.079.

Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes AASHTO

93

Norma Tecnica Peruana NTP 339.078:2017

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO

Fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2, para el uso en pavimento rígido, Av. La Victoria, Distrito San Juan Bautista - Ayacucho - 2022.

:

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. INDEPENDIENTE FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMÁTICOS Y MICROSILICE	DOSIFICACION DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICO Y MICROSILICE	Porcentaje de adición de fibras de acero y microsílíce: > 6% de N + 5% M > 9% de N+7.5% M > 12% de N+10% M
¿Cuáles son los efectos que tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm2, para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?	Determinar cuáles son los efectos que tiene la incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm2, para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022.	La incorporación de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en el concreto f'c 210 kg/cm2, tiene efectos significativamente positivos para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022.		ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS	Diámetro D= 0.75 mm Longitud L= 50.00 mm Elongación/ Deformación 4%
				ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MICROSILICE	> %SiO2 > %Ca(OH)2
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. DEPENDIENTE PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2, PARA EL USO EN PAVIMENTO RÍGIDO	PROPIEDADES FISICAS	Slump
¿En qué medida influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación al slump del concreto f'c 210 kg/ cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?	Evaluar en qué medida influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación al slump del concreto f'c 210 kg/ cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022.	La adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye significativamente en relación al slump del concreto f'c 210 kg/ cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?		PROPIEDADES FISICAS	Permeabilidad
¿Cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la permeabilidad del concreto f'c 210 kg/ cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?	Determinar cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la permeabilidad del concreto f'c 210 kg/ cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022.	La adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye significativamente en relación a la permeabilidad del concreto f'c 210 kg/ cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?		PROPIEDADES MECANICAS	Resistencia a la compresión
				PROPIEDADES MECANICAS	Resistencia a flexión
				PROPIEDADES MECANICAS	Resistencia a tracción
¿De qué manera influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/ cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?	Conocer de qué manera influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce en relación a la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/ cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022.	La adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce influye significativamente en relación a la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/ cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?			

<p>¿De qué manera influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce en relación a la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?</p>	<p>Desarrollar de qué manera influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce en relación a la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022.</p>	<p>¿Cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce influye significativamente en relación a la resistencia a la flexión del concreto f'c 210 kg/cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?</p>		
<p>¿Cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce en relación a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?</p>	<p>Demostrar cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce en relación a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022.</p>	<p>¿Cómo influye la adición de fibras de acero reciclado de neumáticos y microsilíce influye significativamente en relación a la tracción del concreto f'c 210 kg/cm2 para el uso en pavimento rígido en la Av. la Victoria Distrito San Juan Bautista, Ayacucho, 2022?</p>		

ANEXO 2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Fibras de acero reciclado de neumáticos y microsílíce	Son filamentos de alta resistencia que serán incorporados a la mezcla de concreto, en determinadas proporciones. Microsílíce, el humo de sílice, también llamado micro sílice o sílice activa, es un producto inorgánico constituido por partículas esféricas de gran finura que se origina en la reducción del cuarzo con carbón, durante los procesos de obtención de silicio metal y ferrosilicio en hornos eléctricos de arco. Fuente especificada no válida.	Se reciclará fibras de acero de neumático, en una longitud de 50mm los cuales serán adicionados a probetas de concreto 210 kg/cm ² , juntamente con adición de microsílíce	DOSIFICACION DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICO Y MICROSILICE	Porcentaje de adición de fibras de acero y microsílíce: > 1% de N + 5% M > 1.5% de N+7.5% M > 2.5% de N+10% M	Intervalo
			ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LAS FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS	> Diámetro D= 0.75 mm > Longitud L= 50.00 mm > Elongación/ Deformación 4%	razón
			ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL MICROSILICE	> %SiO ₂ > %Ca(OH) ₂	Intervalo
propiedades del concreto f'c=210 kg/cm², para el uso en pavimento	Son las propiedades y la calidad del hormigón en su estado plástico, que dependen de la calidad del árido y de los aditivos utilizados para su fabricación. Fuente especificada no válida.	Se medirán según los estándares y normas aplicables a los ensayos de laboratorio.	PROPIEDADES FÍSICAS	> Permeabilidad > Slump	razón
			PROPIEDADES MECÁNICAS	> Resistencia a la compresión > Resistencia a flexión > Resistencia a tracción	razón

ANEXO 3. FICHA TECNICA N°1

INDICADOR 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

TESIS: Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos y Microsílice en las Propiedades del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², Para el uso en Pavimento Rígido, Av. La Victoria, Distrito San Juan Bautista - Ayacucho - 2022.

DOSIFICACION	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3	ESPECIMEN 4	PROMEDIO
D=0					
D=1					
D=2					
D=3					

VALIDACIÓN

EXPERTO	NOMBRES	CIP	NOTA
EXPERTO 1	Fausto Joyo Cancho	41034	16
EXPERTO 2	Howwer Joyo Rodriguez	178778	16
EXPERTO 3	Maxwell Anthony Morote Arias	132454	14
PROMEDIO			15


INGBOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Hoover Joyo Rodriguez
 Reg. CIP 178778
 JEFE DE LABORATORIO


INGEOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Fausto Joyo Cancho
 Reg. CIP 41034
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO


INGEOMAX
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP N° 132454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO

ANEXO 4. FICHA TECNICA N°2

INDICADOR 2. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

TESIS: Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos y Microsílice en las Propiedades del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², Para el uso en Pavimento Rígido, Av. La Victoria, Distrito San Juan Bautista - Ayacucho - 2022.

DOSIFICACION	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3	ESPECIMEN 4	PROMEDIO
D=0					
D=1					
D=2					
D=3					

VALIDACIÓN

EXPERTO	NOMBRES	CIP	NOTA
EXPERTO 1	Fausto Joyo Cancho	41034	16
EXPERTO 2	Howwer Joyo Rodriguez	178778	16
EXPERTO 3	Maxwell Anthony Morote Arias	132454	14
PROMEDIO			15


INGBOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Hoover Joyo Rodriguez
 Reg. CIP 178778
 JEFE DE LABORATORIO


INGBOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Fausto Joyo Cancho
 Reg. CIP 41034
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO


INGEOMAX
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP N° 132454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

ANEXO 5. FICHA TECNICA N°3

INDICADOR 3. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

TESIS: Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos y Microsílice en las Propiedades del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², Para el uso en Pavimento Rígido, Av. La Victoria, Distrito San Juan Bautista - Ayacucho - 2022.

DOSIFICACION	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3	ESPECIMEN 4	PROMEDIO
D=0					
D=1					
D=2					
D=3					

VALIDACIÓN

EXPERTO	NOMBRES	CIP	NOTA
EXPERTO 1	Fausto Joyo Cancho	41034	16
EXPERTO 2	Howwer Joyo Rodriguez	178778	16
EXPERTO 3	Maxwell Anthony Morote Arias	132454	14
PROMEDIO			15


INGBOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Hoover Joyo Rodriguez
 Reg. CIP 178778
 JEFE DE LABORATORIO


INGBOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Fausto Joyo Cancho
 Reg. CIP 41034
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO


INGEOMAX
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP N° 132454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

ANEXO 6. FICHA TECNICA N°4

INDICADOR 4. ESLUMP

TESIS: Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos y Microsílice en las Propiedades del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², Para el uso en Pavimento Rígido, Av. La Victoria, Distrito San Juan Bautista - Ayacucho - 2022.

DOSIFICACION	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3	ESPECIMEN 4	PROMEDIO
D=0					
D=1					
D=2					
D=3					

VALIDACIÓN

EXPERTO	NOMBRES	CIP	NOTA
EXPERTO 1	Fausto Joyo Cancho	41034	16
EXPERTO 2	Howwer Joyo Rodriguez	178778	16
EXPERTO 3	Maxwell Anthony Morote Arias	132454	14
PROMEDIO			15


INGBOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Hoover Joyo Rodriguez
 Reg. CIP 178778
 JEFE DE LABORATORIO


INGBOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Fausto Joyo Cancho
 Reg. CIP 41034
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO


INGEOMAX

Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP N° 132454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

ANEXO 7. FICHA TECNICA N°5

INDICADOR 5. PERMEABILIDAD

TESIS: Fibras de Acero Reciclado de Neumáticos y Microsílice en las Propiedades del Concreto $f'c=210$ Kg/Cm², Para el uso en Pavimento Rígido, Av. La Victoria, Distrito San Juan Bautista - Ayacucho - 2022.

DOSIFICACION	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3	ESPECIMEN 4	PROMEDIO
D=0					
D=1					
D=2					
D=3					

VALIDACIÓN

EXPERTO	NOMBRES	CIP	NOTA
EXPERTO 1	Fausto Joyo Cancho	41034	16
EXPERTO 2	Howwer Joyo Rodriguez	178778	16
EXPERTO 3	Maxwell Anthony Morote Arias	132454	14
PROMEDIO			15


INGBOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Hoover Joyo Rodriguez
 Reg. CIP 176778
 JEFE DE LABORATORIO


INGEOLEM
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD
 Ing. Fausto Joyo Cancho
 Reg. CIP 41034
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONCRETO


INGEOMAX
 Ing. Maxwell Anthony Morote Arias
 CIP N° 132454
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD

ANEXO 8. CONFIABILIDAD Y CALIBRACION DE LOS EQUIPOS



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN – LABORATORIO DE FUERZA Calibration Certificate – Laboratory of Force

OBJETO DE PRUEBA: <i>Instrument</i>	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	Pág. 1 de 3
Rangos <i>Measurement range</i>	1 000 kN	
FABRICANTE <i>Manufacturer</i>	PINZUAR LTDA.	
Modelo <i>Model</i>	PC-180 (INDICADOR) / PC-160 (MARCO)	
Serie <i>Identification number</i>	111 (INDICADOR) / 363 (MARCO)	
Ubicación de la máquina <i>Location of the machine</i>	LAB. DE FUERZA DE G&L LABORATORIO S.A.C	
Norma de referencia <i>Norm of used reference</i>	NTC – ISO 7500 – 1 (2007 – 07 – 25)	
Intervalo calibrado <i>Calibrated interval</i>	Del 10% al 100% del Rango	
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C	
Dirección <i>Address</i>	JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO – HUAMANGA - JESUS NAZARENO	
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO	
PATRON(ES) UTILIZADO(S) <i>Measurement standard</i>	T71P / ZSC	
Tipo / Modelo <i>Type / Model</i>	150 tn	
Rangos <i>Measurement range</i>	OHAUS / KELI	
Fabricante <i>Manufacturer</i>	B504530209 / 5M56609	
No. serie <i>Identification number</i>	N° INF – LE – 436 – 20	
Certificado de calibración <i>Calibrator certification</i>	0.060 %	
Incertidumbre de medida <i>Uncertainty of measurement</i>	Comparación Directa	
Método de calibración <i>Method of calibration</i>	Sistema Internacional de Unidades (SI)	
Unidades de medida <i>Units of measurement</i>	2021 – 07 – 23	
FECHA DE CALIBRACIÓN <i>Date of calibration</i>	2021 – 07 – 27	
FECHA DE EXPEDICIÓN <i>Date of issue</i>		

NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS
Number of pages of the certificate and documents attached

3

FIRMAS AUTORIZADAS
Authorized Signatories

Téc. César A. Huamán Poquima
Responsable Laboratorio de Metrología



Teléfono:
(01) 622 – 5814
Celular:
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de C&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **198-2021 GLF**
Pág. 2 de 3

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE
Tipo de Instrumento: MÁQUINA ELÉCTRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETO

DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: COMPRESIÓN Resolución: 0.02 kN

Indicación de la Máquina		Series de medición: Indicación del Patrón				
		1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)
%	kN	kN	kN	No Aplica	kN	No Aplica
10	100.0	99.62	99.58		100.10	
20	200.0	199.84	199.68		200.15	
30	300.0	299.62	299.42		300.06	
40	400.0	399.44	399.15		400.48	
50	500.0	499.86	499.66	No Aplica	500.24	No Aplica
60	600.0	599.61	599.75		600.11	
70	700.0	699.75	699.58		700.24	
80	800.0	799.22	799.28		800.47	
90	900.0	899.68	899.68		900.25	
100	1000.0	999.82	999.44		1000.14	
Indicación después de Carga:		0.00	0.00		0.00	No Aplica

RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa U± (%) k=2
		Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
10	100.0	0.23	0.52			0.020	0.342
20	200.0	0.06	0.24			0.010	0.154
30	300.0	0.10	0.21			0.007	0.144
40	400.0	0.08	0.33			0.005	0.213
50	500.0	0.02	0.12	No Aplica	No Aplica	0.004	0.097
60	600.0	0.03	0.08			0.003	0.085
70	700.0	0.02	0.09			0.003	0.089
80	800.0	0.04	0.16			0.003	0.123
90	900.0	0.01	0.06			0.002	0.084
100	1000.0	0.02	0.07			0.002	0.084
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00	0.00	0.00	0.00	No Aplica	

Técnico de Calibración: Gilmer Huamán Poquioma

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 21.3 °C Humedad Mínima: 60.0 %Hr
Temperatura Máxima: 22.4 °C Humedad Máxima: 60.0 %Hr



Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO **198-2021 GLF**

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 20%
0,10	0,33	No Aplica	No Aplica	0,00	0,010

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica Peruana NTC-ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica: **CLASE 0.5 Desde el 20%**

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables de SI calibrados en las instituciones del LEDI-PUCP tomando como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción / compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza" – Julio 2006.

PATRONES DE REFERENCIA

El laboratorio de Metrología de G & L LABORATORIO S.A.C. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de nuestra Celda de Carga HBM, #Serie: B504530209 / 5M56609, Patrón utilizado Celda de carga de 150 t. con incertidumbre del orden de 0,060 % con INFORME TÉCNICO LEA – PUCP, INF – LE – 436 – 20.

OBSERVACIONES

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre las verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
4. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (NTC-ISO 7 500-1)
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6,4,2. La cual especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
8. Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. 198-2021 GLF

FIRMAS AUTORIZADAS

Téc. **Gilmer A. Huaman Poruloma**
Responsable Laboratorio de Metrología



☎ Teléfono:
(01) 622 - 5814
☎ Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

✉ Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-24771-002 R0

Page / Pág. 1 de 6

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA DOBLE RANGO PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN	Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.	
Modelo <i>Model</i>	PC-42D	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).
Número de Serie <i>Serial Number</i>	286	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO PRESENTA	El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1000 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C.	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.
Dirección <i>Address</i>	JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS (AL COSTADO DE COMISARIA NAZARENAS) AYACUCHO-HUAMANGA- JESUS NAZARENO	
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO	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).
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 11 - 03	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 11 - 11	The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	06	

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


Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	KAL 1MN
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	0,01 kN	Número de Serie	HV325-911250
Resolución	0,01 kN	Certificado de Calibración	5047 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2023-02-03
Límite Inferior de la Escala	2 kN		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el 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, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1,2 y 3}
		S ₁	S ₂	S ₂ *	S ₃	S ₄	
%	kN	Ascendente kN	Ascendente kN	No Aplica	Ascendente kN	No Aplica	kN
10	100,00	99,855	100,21	----	100,03	----	100,03
20	200,00	200,40	201,03	----	200,53	----	200,65
30	300,00	300,54	300,77	----	300,48	----	300,60
40	400,00	400,68	400,62	----	400,57	----	400,62
50	500,00	500,72	500,68	----	500,77	----	500,73
60	600,00	600,67	600,90	----	600,95	----	600,84
70	700,00	700,70	700,50	----	700,37	----	700,52
80	800,00	800,45	800,42	----	800,39	----	800,42
90	900,00	900,52	900,12	----	900,16	----	900,27
100	1 000,00	1 000,6	1 000,4	----	1 000,3	----	1 000,5

LM-PC-05-F-01 R12.3





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 3.

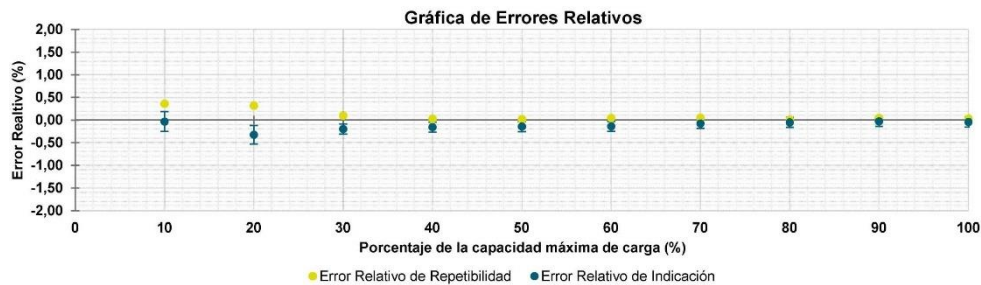
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,002	0,004	---	0,005	---

Tabla 4.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC %	Indicación kN	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ ----
		Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		kN	%	
10	100,00	-0,03	0,36	---	0,010	0,22	0,22	2,01
20	200,00	-0,33	0,32	---	0,005	0,41	0,20	2,01
30	300,00	-0,20	0,10	---	0,003	0,33	0,11	2,01
40	400,00	-0,16	0,03	---	0,003	0,44	0,11	2,01
50	500,00	-0,15	0,02	---	0,002	0,55	0,11	2,01
60	600,00	-0,14	0,05	---	0,002	0,66	0,11	2,01
70	700,00	-0,07	0,05	---	0,001	0,77	0,11	2,01
80	800,00	-0,05	0,01	---	0,001	0,88	0,11	2,01
90	900,00	-0,03	0,04	---	0,001	0,99	0,11	2,01
100	1 000,0	-0,05	0,03	---	0,001	1,1	0,11	2,02



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO de la empresa INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C. ubicada en AYACUCHO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 22,0 °C
Humedad Relativa Máxima: 41 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 21,5 °C
Humedad Relativa Mínima: 40 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 5.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R², el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	---	R ²
-5,00333 E-01	1,00708 E00	-1,22626 E-05	6,07925 E-09		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 6.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	100,09	110,14	120,18	130,23	140,27
150,00	150,31	160,34	170,38	180,41	190,44
200,00	200,47	210,50	220,53	230,55	240,58
250,00	250,60	260,62	270,64	280,65	290,67
300,00	300,68	310,70	320,71	330,72	340,73
350,00	350,74	360,74	370,75	380,75	390,76
400,00	400,76	410,76	420,76	430,76	440,76
450,00	450,76	460,75	470,75	480,75	490,74
500,00	500,73	510,73	520,72	530,71	540,70
550,00	550,70	560,69	570,68	580,67	590,66
600,00	600,65	610,64	620,62	630,61	640,60
650,00	650,59	660,58	670,57	680,56	690,54
700,00	700,53	710,52	720,51	730,50	740,49
750,00	750,48	760,47	770,46	780,45	790,44
800,00	800,43	810,42	820,41	830,40	840,40
850,00	850,39	860,39	870,38	880,38	890,37
900,00	900,37	910,37	920,37	930,37	940,37
950,00	950,37	960,37	970,38	980,38	990,39
1 000,00	1 000,4				

Tabla 7.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	100,03	100,09	0,06
200,00	200,65	200,47	- 0,18
300,00	300,60	300,68	0,09
400,00	400,62	400,76	0,14
500,00	500,73	500,73	0,01
600,00	600,84	600,65	- 0,19
700,00	700,52	700,53	0,01
800,00	800,42	800,43	0,01
900,00	900,27	900,37	0,10
1 000,00	1 000,5	1 000,4	- 0,06

LM-PC-05-F-01 R12.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233540 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 8 y Tabla 9 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 2 y Tabla 4 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los cálculos fue: (kgf) a (N) = 9,806 65, tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guide for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 8.

Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kgf

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio S _{1, 2 y 3}
	S ₁	S ₂	S ₂ '	S ₃	S ₄		
%	kgf	Ascendente kgf	Ascendente kgf	No Aplica ----	Ascendente kgf	No Aplica ----	kgf
10	10 197	10 182	10 219	----	10 201	----	10 201
20	20 394	20 435	20 499	----	20 448	----	20 461
30	30 591	30 647	30 670	----	30 641	----	30 653
40	40 789	40 858	40 852	----	40 846	----	40 852
50	50 986	51 059	51 055	----	51 065	----	51 060
60	61 183	61 251	61 274	----	61 280	----	61 268
70	71 380	71 452	71 431	----	71 418	----	71 434
80	81 577	81 623	81 620	----	81 617	----	81 620
90	91 774	91 828	91 787	----	91 791	----	91 802
100	101 972	102 037	102 012	----	102 007	----	102 019

Tabla 9.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada	Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		k _{p = 95 %}	
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad		U			
%	kgf	q %	b %	v %	a %	kgf	%	
10	10 197	-0,03	0,36	----	0,010	22	0,22	2,01
20	20 394	-0,33	0,32	----	0,005	42	0,20	2,01
30	30 591	-0,20	0,10	----	0,003	34	0,11	2,01
40	40 789	-0,16	0,03	----	0,003	45	0,11	2,01
50	50 986	-0,15	0,02	----	0,002	56	0,11	2,01
60	61 183	-0,14	0,05	----	0,002	67	0,11	2,01
70	71 380	-0,07	0,05	----	0,001	79	0,11	2,01
80	81 577	-0,05	0,01	----	0,001	90	0,11	2,01
90	91 774	-0,03	0,04	----	0,001	101	0,11	2,01
100	101 972	-0,05	0,03	----	0,001	112	0,11	2,02

LM-PC-05-F-01 R12.3





INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,016$ y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



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 una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma 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	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

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

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina 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
3. Los resultados reportados por debajo del 20% del límite superior no se obtubieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia, por lo tanto el usuario no podrá declarar la clase de la máquina de ensayos por debajo del 20% del límite superior. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-24771-002

Fin del Certificado



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 223-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

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

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8335460267

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-08-20

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3° - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO


Gilmer Antonio Huaman Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19,8 °C	19,8 °C
Humedad Relativa	42 %	42 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 076 - 2020 CM - 2104 - 2020 CM - 2105 - 2020 CM - 2106 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g, la balanza indicó 29994 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

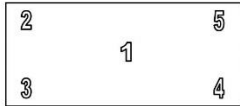
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1= 15,000 g	Temp. (°C)		Carga L2= 30,000 g	ΔL(g)	E(g)	
		Inicial	Final				
1	14,999	19,8	19,8	30,000	0,6	-0,1	
2	14,999			30,000	0,5	0,0	
3	14,999			30,000	0,5	0,0	
4	14,999			30,000	0,5	0,0	
5	14,999			30,000	0,5	0,0	
6	14,999			30,000	0,6	-0,1	
7	14,999			30,000	0,6	-0,1	
8	14,999			30,000	0,6	-0,1	
9	14,999			30,000	0,5	0,0	
10	14,999			30,000	0,5	0,0	
Diferencia Máxima						0,1	0,1
Error máximo permitido ±						20 g	30 g





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E _o (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	10,000	0.5	0.0	0.0
2		10	0.5	0.0		9,999	0.4	-0.9	-0.9
3		10	0.5	0.0		9,999	0.5	-1.0	-1.0
4		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
5		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1

(*) valor entre 0 y 10 e

Temp. (°C) Inicial 19.8 Final 19.8

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
10	10	0.5	0.0						10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,000	0.5	0.0	0.0	10,000	0.5	0.0	0.0	20
15,000	15,000	0.5	0.0	0.0	15,000	0.5	0.0	0.0	20
20,000	20,000	0.6	-0.1	-0.1	20,000	0.5	0.0	0.0	20
25,000	25,000	0.6	-0.1	-0.1	25,000	0.6	-0.1	-0.1	30
30,000	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30,000	0.7	-0.2	-0.2	30

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 315E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,702E-04 \text{ g}^2 + 1,036E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 222-2021 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

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

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : PAJ4102

NÚMERO DE SERIE : B635963618

ALCANCE DE
INDICACIÓN : 4100 g

DIVISIÓN DE ESCALA
/ RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE
VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2021-08-20

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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



Gilmer Antonio Huamán Quiroma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19,8 °C	19,8 °C
Humedad Relativa	41 %	41 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 076 - 2020

7. OBSERVACIONES

Para 4100 g la balanza indicó 4099.65 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

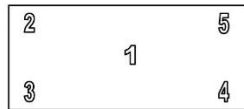
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Temp. (°C)					
	Inicial 19,8			Final 19,8		
	Carga L1= 2,000.00 g			Carga L2= 4,100.00 g		
	I(g)	Δ L (g)	E (g)	I(g)	Δ L (g)	E (g)
1	2,000.00	0.005	0.000	4,099.97	0.007	-0.032
2	2,000.00	0.007	-0.002	4,099.97	0.006	-0.031
3	2,000.00	0.004	0.001	4,099.97	0.002	-0.027
4	2,000.00	0.005	0.000	4,099.97	0.007	-0.032
5	2,000.00	0.006	-0.001	4,099.97	0.005	-0.030
6	2,000.00	0.004	0.001	4,099.97	0.003	-0.028
7	2,000.00	0.005	0.000	4,099.97	0.003	-0.028
8	2,000.00	0.006	-0.001	4,099.97	0.006	-0.031
9	2,000.00	0.007	-0.002	4,099.97	0.007	-0.032
10	2,000.00	0.004	0.001	4,099.97	0.008	-0.033
	Dirección Máxima		0.003			0.006
	Error máximo permitido ±		0.2 g	±		0.3 g





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₃				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (g)	Eo(mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.10	0.10	0.005	0.000	1,400.00	1,400.00	0.007	-0.002	-0.002
2		0.10	0.007	-0.002		1,400.00	0.004	0.001	0.003
3		0.10	0.003	0.002		1,400.00	0.005	0.000	-0.002
4		0.10	0.008	-0.003		1,400.00	0.004	0.001	0.004
5		0.10	0.005	0.000		1,400.00	0.007	-0.002	-0.002

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 200.0 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	
0.10	0.10	0.006	-0.001	0.000	0.50	0.006	-0.001	0.000	0.100
0.50	0.50	0.006	-0.001	0.000	1.00	0.005	0.000	0.001	0.100
1.00	1.00	0.008	-0.003	-0.002	10.00	0.007	-0.002	-0.001	0.100
10.00	10.00	0.006	-0.001	0.000	100.00	0.006	-0.001	0.000	0.100
100.00	100.00	0.007	-0.002	-0.001	500.00	0.004	0.001	0.002	0.100
500.00	500.00	0.006	-0.001	0.000	800.00	0.005	0.000	0.001	0.200
800.00	800.00	0.007	-0.002	-0.001	1,000.00	0.006	-0.001	0.000	0.200
1,000.00	1,000.00	0.004	0.001	0.002	2,000.00	0.003	0.002	0.003	0.200
2,000.00	2,000.00	0.006	-0.001	0.000	3,000.00	0.005	0.000	0.001	0.300
3,000.00	3,000.00	0.007	-0.002	-0.001	4,100.00	0.008	-0.033	-0.032	0.300
4,100.00	4,099.97	0.008	-0.033	-0.032					

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 317E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{2,168E-08 \text{ g}^2 + 002E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error en Contraste Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



Teléfono: (01) 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°224-2021 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2021-08-23

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

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

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : PINZUAR LTDA.

MODELO : PG - 190

NÚMERO DE SERIE : 228

PROCEDENCIA : COLOMBIA

IDENTIFICACIÓN : EQ - HN - 01

UBICACIÓN : Laboratorio

Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital
Alcance de Indicación : 5 °C a 200 °C
División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-08-20

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO - INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.0	20.2
Humedad Relativa %HR	42	42

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocuplas	CC - 6319 - 2021

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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



Téc. Gloria A. Huamán Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología

Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima



7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110°C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	108.1	110.3	110.4	108.4	108.6	110.0	109.5	6.4
02	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	108.3	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3	109.7	7.2
04	109.8	114.6	110.8	107.9	107.4	108.6	110.3	110.3	108.3	108.3	110.0	109.7	7.2
06	110.0	114.2	110.5	107.9	107.3	108.0	110.0	110.3	108.2	108.1	109.5	109.4	6.9
08	109.9	114.2	110.3	107.5	106.9	108.3	110.3	110.2	108.5	108.7	109.7	109.5	7.3
10	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
12	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
14	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
16	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
18	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
20	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
22	110.0	114.0	110.4	107.4	106.8	108.0	110.0	110.0	108.1	107.9	109.3	109.2	7.2
24	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	110.0	109.0	6.8
26	110.0	113.7	110.4	107.5	107.3	108.1	110.3	110.4	108.4	108.6	110.0	109.5	6.4
28	110.0	114.4	110.7	107.8	107.2	108.3	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3	109.7	7.2
30	110.0	114.6	110.8	107.9	107.4	108.6	110.3	110.3	108.3	108.3	110.0	109.7	7.2
32	109.9	114.2	110.5	107.9	107.3	108.0	110.0	110.3	108.2	108.1	109.5	109.4	6.9
34	110.0	114.2	110.3	107.5	106.9	108.3	110.3	110.2	108.5	108.7	109.7	109.5	7.3
36	109.9	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
38	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
40	109.9	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
42	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
44	110.0	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
46	109.8	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
48	109.8	114.0	110.4	107.4	106.8	108.0	110.0	110.0	108.1	107.9	109.3	109.2	7.2
50	110.0	114.4	110.7	107.9	107.1	108.3	110.4	110.6	108.5	108.4	110.0	109.6	7.3
52	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	108.3	110.5	110.5	108.5	108.4	110.1	109.7	7.2
54	110.0	114.5	110.8	107.7	107.3	108.4	110.3	110.5	108.4	108.4	110.0	109.6	7.2
56	110.0	114.1	110.6	107.9	107.5	108.5	110.4	110.5	108.5	108.3	109.9	109.6	6.6
58	109.9	114.2	110.6	107.7	107.1	108.2	110.2	110.4	108.4	108.2	109.8	109.5	7.1
60	109.9	114.2	110.5	107.6	107.0	108.1	110.1	110.3	108.2	108.2	109.7	109.4	7.2
T. PROM.	109.9	114.2	110.6	107.7	107.2	108.2	110.3	110.4	108.4	108.3	109.9	109.5	
T. MAX	110.0	114.6	110.8	107.9	107.5	108.6	110.6	110.7	108.5	108.7	110.3		
T. MIN	109.8	113.4	110.0	107.1	106.6	107.7	109.7	109.8	107.7	107.7	109.3		
DTT	0.2	1.2	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	1.0	1.0		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114.6	0.3
Mínima Temperatura Medida	106.6	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.2	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.1	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.6	0.04
Uniformidad Medida	7.3	0.3

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
T. MAX: Temperatura máxima.
T. MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.





8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocuplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

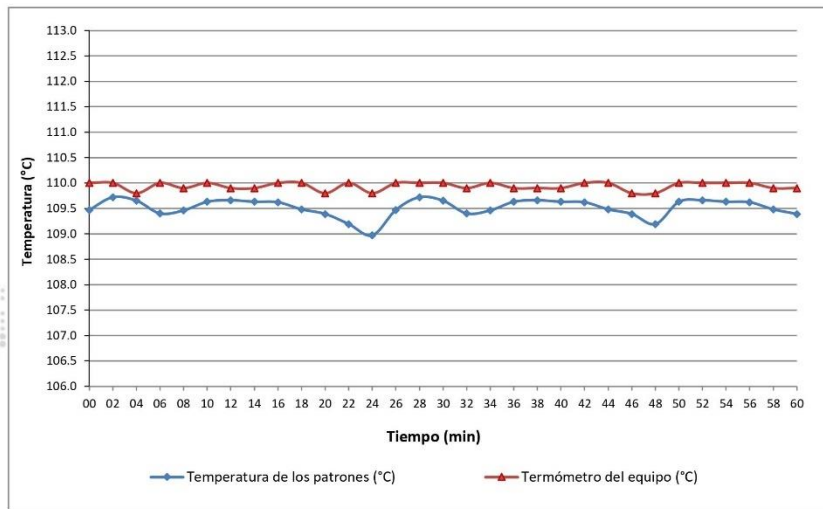
Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.



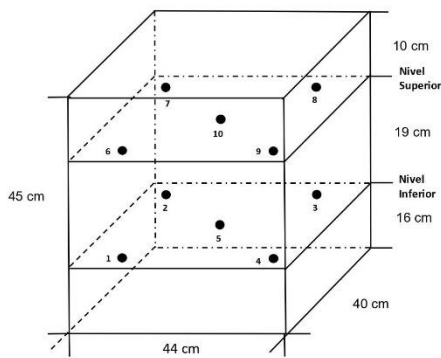


DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO

TEMPERATURA DE TRABAJO 110°C

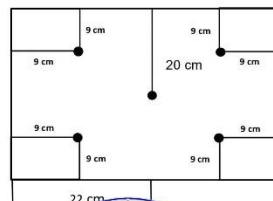


UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles.

Vista Frontal





LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 135-2021 GLL

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-02-28

1. SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C

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

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PIE DE REY

MARCA : ACCUD

MODELO : 111-012-12

NÚMERO DE SERIE : 171211236

ALCANCE DE INDICACIÓN : 0 mm a 300 mm

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 mm

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN : NO PRESENTA

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : DIGITAL

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-02-25

Misión:

Prestar servicio con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Pie de Rey. PC – 012 del SNM/INDECOPI, Quinta Edición Junio 2012.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE INGENIERIA GEOTECNICA AL MAXIMO S.A.C
JR. CIRO ALEGRIA NRO. 416 SEC. LAS NAZARENAS AYACUCHO HUAMANGA - JESUS NAZARENO


SUPERVISOR
LABORATORIO
Gilmer Antonio Huaman Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Teléfono:
(01) 622 – 5814
Celular:
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19.7 °C	19.7 °C
Humedad Relativa	42 %	42 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Juego de Bloque Planoparalelos Grado 0	LLA - 142 - 2020

7. OBSERVACIONES

Refieren al momento y las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de la calibración en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

8. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

9. RESULTADOS DE MEDICIÓN

VALOR PATRÓN mm	PROMEDIO DE LA INDICACIÓN DEL PIE DE REY mm	ERROR μm
50.0005	50.0007	0.2
100.0007	100.0013	0.6
150.0011	150.0020	0.8
200.0017	200.0026	1.0
250.0022	250.0033	1.1
300.0033	300.0006	-2.7

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL (E) μm
300.00	10.00

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE REPETIBILIDAD (R) μm
300.00	0.00

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES (Se-) μm
10.00	-3.3





VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD (SE-p) µm
10.00	0.00

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CONTACTO LINEAL (L) µm
10.00	0.00

VALOR PATRÓN mm	ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA (J) µm
10.00	10.00

VALOR PATRÓN mm	ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES (K) µm
5.00	10.00

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN: $[(11,55^2 + 0,03^2)^{1/2}]^{1/2} \mu\text{m}$

L: INDICACIÓN EXPRESADOS EN MILÍMETROS

Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores de interiores (SE-1)
Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores de profundidad (SE-p)
El instrumento tiene un error máximo permisible de $\pm 25 \mu\text{m}$, según fabricante

FIN DEL DOCUMENTO



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C