



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar fibra de polipropileno- Lima 2022”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Huamán Díaz José Renan orcid.org/0000-00024667-0144

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo orcid.org/0000-0002-0655-523X

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño Sísmico y Estructural

LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

Lima - Perú

2022

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado ante todo a Dios, y a toda mi familia que siempre están brindándome su apoyo y a las personas que me brindan un consejo para lograr mi objetivo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios sobre todas las cosas ya que siempre está con nosotros, seguidamente a mi familia ya que ellos son el pilar a lo largo de mi vida, siempre queriendo lo mejor para cada uno de sus hijos, por último, a todos los ingenieros de la UCV por sus conocimientos brindados.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de tablas	V
Índice de figuras	Vii
Resumen	Ix
Abstract	x
I.INTRODUCCION	1
II.MARCO TEORICO	5
III.METODOLOGIA	13
3.1. Tipo y Diseño de Investigación	13
3.2. Variable y Operacionalización	13
3.3. Población, Muestra y muestreo	15
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	17
3.5. Procedimientos.	20
3.6. Método de Análisis de datos	21
3.7. Aspectos Éticos	21
IV.RESULTADOS	22
V.DISCUSION	51
VI. CONCLUSION	54
VII. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	63

Índice de tablas

Tabla 1. Muestras del proyecto de investigación.	16
Tabla 2. Ensayos de laboratorio	18
Tabla 3. Determinación de la gravedad específica de la fibra de polipropileno.	24
Tabla 4. . Contenido de Humedad evaporable del agregado grueso según ASTM C566 -19	25
Tabla 5. Agregado Fino contenido de humedad	25
Tabla 6. . Análisis Granulométrico de los agregados según ASTM C-13.	26
Tabla 7. Análisis Granulométrico del agregado grueso según ASTM C-136.	29
Tabla 8. Identificación del peso Unitario Suelto del agregado fino. ASTM C29/C29M-17	30
Tabla 9. Identificación del peso unitario compactado del agregado fino	31
Tabla 10 Identificación del peso Unitario Suelto del agregado grueso ASTM C29/C29M	32
Tabla 11. Identificación del peso Unitario compactado del agregado grueso ASTM C29/C29M	33
Tabla 12. Determinación del peso específico y absorción del agregado fino ASTM C128-15	33
Tabla 13. Método de prueba estándar para la densidad relativa (GRAVEDAD ESPECIFICA) y la absorción de agregados gruesos	34
Tabla 14. . Cálculos del volumen de Agregados.	36
Tabla 15. Diseño de mezcla patrón.	36
Tabla 16. Diseño de mezcla con la incorporación de fibra de PP reciclable con el 0.5%.	37
Tabla 17. Diseño de mezcla con la incorporación de fibra de PP reciclable con el 1%.	37
Tabla 18. Diseño de mezcla con la incorporación de fibra de PP reciclable con el 1.5%.	38

Tabla 19. Ensayos de consistencia de los testigos patrón y con la incorporación de fibras de PP reciclable con 0.5%, 1% y 1.5 %.	39
Tabla 20. Ensayos de flexión de las vigas Patrón y vigas con incorporación de fibra de polipropileno reciclable con las dosificaciones de 0.5%,1% y 1.5%.	41
Tabla 21. Pruebas estándares para la resistencia a la compresión de probetas de 10x 20cm cilíndricas de concreto.	46

Índice de figuras

Figura 1. Procedimiento del diseño del concreto incorporando fibras de PP reciclable.	20
Figura 2: Mapa del Perú	23
Figura 3: Mapa del Distrito de Santa Rosa	23
Figura 4: Localización del Distrito de Santa Rosa.	23
Figura 5: Fibra de polipropileno reciclable	24
Figura 6. Porcentaje de humedad del agregado grueso	25
Figura 7. Porcentaje de humedad del agregado fino.	26
Figura 8. Tamices del ensayo de granulometría.	27
Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino.	28
Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso.	30
Figura 11. Peso unitario suelto del agregado fino.	31
Figura 12. Peso unitario compactado del agregado fino.	31
Figura 13. Grafica del peso unitario suelto del agregado grueso.	32
Figura 14. Grafica del peso unitario compactado del agregado grueso	33
Figura 15. Determinación del porcentaje de absorción y peso específico del agregado fino	34
Figura 16. Determinación de la densidad relativa y porcentaje de absorción del agregado grueso	35
Figura 17. Cemento sol Tipo I	35
Figura 18. Agregados grueso y fino	35
Figura 19. Ensayo de consistencia (Slump)	39
Figura 20. Cono de abrams	39
Figura 21. Ensayos de consistencia de cada uno de los diseños de mezcla realizados.	40
Figura 22. Ensayo de flexión	41
Figura 23. Rotura de la viga	41
Figura 24. Representación del ensayo a flexión de las vigas patrón.	42
Figura 25. Representación del ensayo a flexión de las vigas con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable del 0.5%.	42

Figura 26. Representación del ensayo a flexión de las vigas con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable del 1%.	43
Figura 27. Representación del ensayo a flexión con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable del 1.5%.	44
Figura 28. Resumen, representación de los ensayos de resistencia a flexión.	44
Figura 29. Ensayo de compresión	45
Figura 30. Probetas de compresión	45
Figura 31. Resultados del ensayo de compresión del Diseño patrón en las edades de 7,14,28 días.	47
Figura 32. Resultados del ensayo de compresión a 7, 14 y 28 días con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable de 0.5%.	47
Figura 33. Resultados del ensayo de compresión a 7, 14 y 28 días con el adicionamiento de fibra de polipropileno reciclable de 1%.	48
Figura 34. Resultados del ensayo de compresión a 7, 14 y 28 días con la incorporación de fibra de polipropileno de 1.5%.	49
Figura 35: Grafica de resumen de los ensayos a compresión a las edades de 7 días, 14 días y 28 días, muestras patrón y las muestras con incorporación de fibra de PP reciclable de 0.5% ,1%,1.5%.	50

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia de la fibra de polipropileno en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022; estableciéndose realizar los ensayos de Resistencia a la compresión, Resistencia a la flexión y ensayo de consistencia. Formulándose la metodología; fue experimental (CUASI), teniendo un nivel explicativo de enfoque cuantitativo, teniendo como resultados según los objetivos específicos al incorporar las fibras de PP reciclable en 0.5%,1% y 1.5% fueron; determinar la consistencia en las propiedades del concreto, 5 % al 4.5% con el 0.5% de la fibra de Polipropileno reciclable; determinar la resistencia a flexión, el cual se incrementó 2% al 3% con el 1% de fibra de Polipropileno reciclable, determinar la resistencia a compresión, el cual se incrementó del 3.33% a un 17.83% con el 1.5% de la fibra de Polipropileno reciclable, la incorporación de la fibra de polipropileno reciclable mejoro las propiedades del concreto.

Palabras claves. Fibra de polipropileno, Resistencia a Flexión, Compresión.

ABSTRACT

This research had the general objective of evaluating the influence of polypropylene fiber on the properties of concrete $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022; establishing the tests of Compression resistance, Flexural resistance and consistency test. Formulating the methodology; it was experimental (CUASI), having an explanatory level of quantitative approach, having as results according to the specific objectives when incorporating recyclable PP fibers in 0.5%, 1% and 1.5% were; determine the consistency in the properties of the concrete, 5% to 4.5% with 0.5% of the recyclable polypropylene fiber; determine the resistance to flexion, which increased from 2% to 3% with 1% recyclable polypropylene fiber, determine the resistance to compression, which increased from 3.33% to 17.83% with 1.5% of the fiber Recyclable polypropylene, the incorporation of the recyclable polypropylene fiber improved the properties of the concrete.

Keywords. Polypropylene fiber, Flexural strength, Compression

I. INTRODUCCION

El concreto es el material más usado, ya que es utilizado a nivel mundial, por ser un material de gran resistencia, a pesar de ello y tener una versatilidad y durabilidad, aun se sigue encontrando agrietamientos en las estructuras. Por ello, se incorporó fibra de PP reciclado, Logrando aumentar la resistencia a la Flexión, Compresión y Consistencia, para así tener un mejor comportamiento del mismo. INTERNACIONAL En todo el mundo, han realizado estudios con el propósito de una gran mejora en la propiedades físicas y mecánicas del concreto, en diversos países tales como: Colombia, España, Ecuador, optaron por realizar diversas investigaciones teóricas profundizando en ello, haciéndolo practico y estadístico del comportamiento de los materiales al incorporar fibra de PP donde se buscó mejorar la resistencia a compresión, flexión y la consistencia. Es impórtate señalar que, los agrietamientos que se originen en el concreto, son perjudiciales para la estructura y deben ser corregidos, ya que estos garantizan los resultados de nuestro trabajo, por otro lado viendo los resultados obtenidos al añadir las fibras de micro sílice y polipropileno en la mezclas del concreto , las fibras de PP presenta un incremento de resistencia a la compresión en un 2% y un aumento creciente en la resistencia a la flexión debido a su particularidad plástica las cuales contribuyen a menorar la susceptibilidad del concreto ante estos esfuerzos.

NACIONAL En los últimos años en nuestro País la incorporación de fibras en el concreto continua en crecimiento, por lo que en el mercado actual su aplicación se va empleando en construcciones civiles, industriales y minería. Debido a los continuos agrietamientos que se presentan en las estructuras se viene examinando el comportamiento del concreto reforzado con las fibras de PP, con la finalidad de entender su reacción frente a procesos mecánicos. Las principales fuentes se realizaron entre los años 2010 al 2021, por ende, los datos se obtuvieron de las siguientes bases, Scopus, Scielo, ScienceDirect y EBSCO, analizando los resultados de las fibras y la influencia que tienen en la resistencia a la Flexión y compresión. Es por ello que se viene realizando diversos estudios en los departamentos de Tarapoto, Piura y Lima, lo cual estos estudios nos ayudaron analizar el comportamiento del concreto incorporando fibra de polipropileno, ante

estos resultados se conllevo a usar aditivos para tener una mejor trabajabilidad del concreto además para aumentar la resistencia a la flexión y compresión. Seguidamente el estudio realizado en el siguiente informe fue incorporar fibras de PP reciclable al concreto $f'c=210$ kg/cm², por lo que la fibra de PP es un aditivo de reforzamiento que se le incorporo al concreto. De tal manera que esta investigación, tendrá como beneficio a todas las compañías públicas y empresas privadas dedicadas a ejecutar obras estructurales utilizando el concreto.

LOCAL Problema. Es importante destacar que la provincia de Lima se encuentra situada en la región costa central del país con una altitud de 161 m.s.n.m., según el (INEI), dio a conocer que los habitantes al año 2020, el departamento de lima tiene 9 674 755 hab. y representa el 29.7 % de la población total del Perú. Y con el mayor número de viviendas, eso implica que el uso del concreto sea indispensable y es donde se ve con mayor relevancia los agrietamientos del concreto, a la vez se encuentra propensa a los movimientos sísmicos, Solución Debido a la escasa resistencia que muestra el concreto a los esfuerzos de flexión, ha influenciado a considerables investigadores a experimentar con distintos materiales para ser adicionados al concreto y usarlo como un refuerzo, de tal manera que Lima es el departamento con mayor uso de plásticos con fibra de PP entre otros. Es por ello que se determinó añadir al concreto a través de las fibras de polipropileno reciclables, que lo encontramos en algunos plásticos como, sillas, tinas, baldes, con dimensiones de 3 a 5 cm de longitud, espesor de 1 mm y ancho máximo de 2 mm, lo cual fue obtenido por el suscrito. De manera que al incorporar estas fibras al concreto optimiza las propiedades físicas y mecánicas como la consistencia, resistencia a la flexión y compresión.

Formulación problemática: Diversas estructuras de concreto se ha convertido un elemento muy empleado en el sector de la construcción, por presentar particularidades muy favorables ya sea su durabilidad, resistencia a la compresión, flexión y un costo accesible.

Es por ello que el concreto en la actualidad es vital en la construcción de cualquier tipo de estructura, pero a la vez, así como podemos encontrar muestras favorables, también encontramos ciertas deficiencias como los agrietamientos,

debido a ello se usó fibra de PP reciclable con el fin de aumentar la resistencia a compresión, aumentar la resistencia a flexión y consistencia.

Es por ello, que en la actual investigación se ha planteado el siguiente Problema general, ¿De qué manera influye en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar fibras de polipropileno- Lima 2022?. Similarmente se plantearon los problemas específicos. ¿Cuánto influye las fibras de polipropileno en la consistencia y en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022?, ¿Cuánto influye la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión y en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022?, ¿Cuánto influye la fibra de polipropileno en la resistencia a la flexión y en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022?

Justificación Problemática, se justificara este proyecto de investigación planteando nuevas alternativas de solución para dar un mejoramiento a las propiedades del hormigón , Justificación teórica, la finalidad de esta investigación sobre las fibras de polipropileno es encontrar nuevas adhesiones que proporcionen una mejora al concreto, las cualidades de las fibras de PP reciclable acompañadas de materiales ideales como el concreto, ha traído consigo estructuras solidas a todo tipo de construcciones como Pavimentos, túneles, carreteras, entre otros. Justificación técnica, mediante este estudio se usó la fibra de polipropileno en una proporción 0.5% 1% 1.5% con referencia a cierta proporción del cemento para un diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y agregado fino, obteniendo resultados favorables en las propiedades del concreto en el departamento de Lima. Justificación Social, De tal manera que en esta investigación se usó fibra de PP reciclable que tiene como beneficio a todas las compañías del sector público y compañías privadas que se dedicadas a la construcción utilizando concreto, y así reduciendo los agrietamientos. Justificación medioambiental, al tener el conocimiento de los cambios de las fibras de PP reciclable en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ nos permitirá a reducir la explotación masiva de la materia empleada en la construcción, mejorando las proporciones de los materiales utilizados para obtener el perfeccionamiento de las propiedades del concreto, por lo que se vea en la calidad del trabajo. Justificación metodológica Esta incorporación de este aditivo nos ayudó a conocer una nueva

metodología para perfeccionar las propiedades del concreto, al incorporar la fibra de PP reciclable.

En la siguiente investigación, se propone el objetivo General. Evaluar la influencia de la fibra de polipropileno en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022. Los objetivos específicos de esta investigación son: Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la consistencia de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022. Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la resistencia a la flexión de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022. Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.

También se planteó la Hipótesis General. El adiciónamiento de fibra de polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% mejorará las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022. Similarmente se plantearon las hipótesis específicas. El adiciónamiento de fibra de polipropileno aumenta la consistencia en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022. El adiciónamiento de fibra de polipropileno aumenta la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022. El adiciónamiento de fibra de polipropileno aumenta la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.

II.MARCO TEORICO

Se tiene a nivel Nacional, Según Isidro (2017), Tiene como Objetivo: el estudiar los efectos que tiene al añadir fibra de PP en un concreto $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$ en el departamento de Puno, experimentando las propiedades del concreto, son la resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad, con una diámetro de fibra de PP de 19 milímetros de longitud en 0.6 ,1.2 ,1.8, y 2.4 kg/m^3 de concreto, considerando materiales comerciales en el Departamento de Puno, así como Cemento Portland IV y agregados de la cantera Cutimbo, teniendo como resultados para 28 días de endurecimiento del concreto $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$, la incorporación de fibras de PP de 19mm, hizo un reducimiento de la resistencia a la compresión desde (5.5% hasta 12.3%); pero a su vez aumenta la resistencia a la flexión desde (5.1% hasta 16.8%), dependiendo de la fibra adicionada, y lo cual se concluye que el adiconamiento de fibra de PP de (19mm.) en el diseño del concreto $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$ en el departamento de Puno, brinda un mejoramiento parcialmente en sus propiedades del mismo , entonces podemos deducir que la fibra de PP ayuda a incrementar a la resistencia a la flexión ,pero en la resistencia de compresión y trabajabilidad presenta una tendencia a la reducción (p.20).

Según Inga y Ocaña (2020), su objetivo es: determinar la influencia de la fibra de vidrio como la fibra de PP al incorporarlo en una vivienda multifamiliar de concreto $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$ para un análisis sísmico, siendo de carácter experimental y estudio aplicativo con una población de 6 muestra de probetas, añadiendo 0.50% de fibra de PP para un concreto $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$, con un periodo de ruptura de 28 días, como resultados al agregar a la mezcla del concreto fibra de PP en 0.25%, se obtuvo una resistencia a la compresión superior al $f'c = 210 \text{kg/cm}^2$, y al agregar con un 0.50% de fibra de PP se obtiene una resistencia a la compresión de 378kg/cm^2 , por lo cual en conclusión la vivienda reforzada con las fibras tiene un mismo comportamiento de corte basal que la vivienda de concreto patrón, lo cual al añadir las fibras de vidrio como PP permitirá disminuir el fisuramiento, reduciendo un fallo estructural a la vivienda (p,33).

Según Córdova y Cruz (2020), su objetivo fue ver los cambios del uso de fibras de PP como refuerzo y cómo influye en el diseño de los pavimentos rígidos en el

Departamento de Piura, siendo de tipo experimental-transversal, enfoque cuantitativo teniendo como muestra probetas cilíndricas, siendo una cantidad de 24 probetas, las cuales se agrupan en 1 diseño normal y 3 diseños con distintas proporciones de fibra de PP, teniendo un grupo de 6 probetas de concreto para cada diseño, teniendo como resultado con las distintas proporciones de 20,40 y 60 gr/m³ incorporadas de fibras de PP al concreto disminuye el asentamiento de un 4, 17.5 y 27.5% respecto en relación al diseño sin fibras de PP, lo cual nos indica al incorporar fibras de PP a la mezcla del concreto, incrementa la resistencia a la Compresión. Se concluye que al realizar un cuadro comparativo del diseño tradicional y el diseño con diferentes dosificaciones de fibra de PP, lo que manifiesta que el concreto con proporciones correctas genera una confiabilidad para implementarlo en el proceso constructivo (p.19).

A nivel Internacional tenemos a Sanes (2017), tuvo como objetivo en un estudio profundo teórico, práctico y estadístico del comportamiento de los materiales al añadir las fibras a la vez como estos afectan en la resistencia final del concreto ,se reunió datos preliminares necesarios para la preparación de muestras, así como los diseños de mezcla, propiedades del material y planteamiento del modelo experimental ,basándose en los resultados se obtuvo que las fibras de micro sílice da un mejoramiento a partir de la dosificación de 1% de incorporación y que los porcentajes óptimos están en el rango 1%, 2%, por otra parte se encontró una resistencia desfavorable por parte de estas fibras al ser sometidas a esfuerzo de tracción, por lo contrario las fibras de PP presentaron un incremento en la resistencia de compresión y un incremento progresivo en la resistencia a la flexión debido a sus propiedades plásticas, finalmente se concluyó que las muestras con fibra de PP tiene un comportamiento mucho mejor ya que mejora la plasticidad de la mezcla haciéndola menos susceptible a los esfuerzos a tracción, por ende la fibra de PP asciende en aumentos hasta el 15 % en resistencia a la tracción lo cual es bastante prometedor partiendo del concreto convencional ya que tiene una resistencia desfavorable a este tipo de esfuerzos (p.15).

Según García y Hernández (2017), su “objetivo es evaluar las propiedades del PET y fibras de PP ,a través de un análisis de la densidad y ensayos de tensión de acuerdo a la norma ASTM D882 (2012),con un tipo experimental realizando un

diseño de mezcla de concreto siendo su resistencia ultima de 17.2 MPa adicionando las fibras mencionadas anteriormente, utilizando los porcentajes de 0.5%,1.0%,1.5% Y 2.0 % sobre el volumen total del agregado fino, con la finalidad de analizar los efectos que tiene la incorporación de fibras en la resistencia a compresión y flexión de un determinado tiempo de 7 y 28 días, obteniendo resultados desfavorables con respecto a los ensayos de compresión , por otro lado la caída menor de resistencia a compresión fue para el grupo de muestras con adición de fibras de tereftalato de polietileno con un porcentaje de 0.5% Y a la vez con un 0.5% de Polipropileno, registraron las menores caídas en el valor de carga de rotura y módulo de elasticidad en flexión, finalmente se tiene como conclusión que al incorporar fibras en el concreto, ayuda al concreto a mantenerlo unido después del acontecimiento de la falla (p.17).

Según Lindao y Romero (2018), Su objetivo fue realizar un mejoramiento del comportamiento del hormigón convencional al incorporar fibras de PP y fibras metálicas para el diseño de un pavimento rígido $f'c=350$ kg/cm², con un tipo experimental elaborando 9 muestras lo cual serían 3 muestras para cada ensayos por cada edad de días, en las fibras DRAMIX D 80/60 BG con una cantidad de 30 kg/m³ ,según las indicaciones del fabricante, y EPS fibra tex (fibra de PP), con una cantidad de 142 gr por cada 50 kg de cemento y con un resultado de establecer un valor de asentamiento de acuerdo al tipo de estructura se realizara el diseño del concreto, por otra parte señalamos que la incorporación de los distintos tipos de fibras al concreto como fibras metálicas (HRFM) presentan una deficiencia en la trabajabilidad al realizar una comparación con los morteros convencionales, y aquellos morteros con fibras de PP (HRFP) no sufren variaciones al añadir dicha fibra, finalmente se llegó a concluir que el concreto en estado fresco al añadir las fibras metálicas y fibras de PP provocando una menor trabajabilidad del concreto, en este caso sería la que más afecta a la trabajabilidad son las fibras metálicas, sin embargo el comportamiento de las fibras en las resistencias de compresión y flexión se mejoró un 13 % y 15% respecto al concreto convencional (p.13).

En otros idiomas tenemos : Según Armas (2014), tiene como objetivo estudiar los efectos del concreto al añadir la fibra de PP en las propiedades de

asentamiento, fisuración, mecánicas, comprensión y flexión del concreto, siendo de tipo experimental con un estudio descriptivo con una población de 144 probetas, 36 probetas por cada diseño de mezcla de $f'c = 175, 210$ y 280 kg/cm^2 a la vez 36 vigas para el ensayo de flexión añadiendo la fibra de PP en una dosis de 200, 300 y 400 gr/m^3 , obteniendo como resultado para los 3 tipos de diseño de mezcla $f'c = 175$, $F'c = 210$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ lo cual se llegó a observar que al incorporar la fibra de PP en una dosis de 400 kg/cm^2 logra inhibir el fisuramiento en un porcentaje aproximado de 90% obtenidos en condiciones ambientales reales, en conclusión se tiene que la dosificación de fibra de PP de 400 gr/m^3 logra una disminución en lo posible de fisuramiento en condiciones reales en un 90%, demostrando que esta dosificación genera los siguientes efectos de las propiedades plásticas, trabajabilidad hasta un 50%, contenido de aire hasta un 25%, y en los efectos de propiedades mecánicas en la resistencia de comprensión y flexión 3% y 14% a la edad de 28 días (p.16).

Según Milind (2016), tiene como objetivo estudiar los resultados del concreto al añadir la fibra de PP, siendo experimental utilizando agregados como arena de río y piedra chancada de un tamaño aproximado de una pulgada completamente limpia de polvo, cemento portland y las fibras de PP que tienen una dimensión de 20 mm, con una población de probetas con diferentes dosificaciones de 0.5, 1, 1, 5, y 2% para poder encontrar con qué porcentaje es el óptimo para el estudio mencionado, se llegó a un resultado de un porcentaje de fibra (0.5%) en la cual pues con este porcentaje se obtiene la mayor resistencia a la comprensión, por otra parte con los siguientes porcentajes también nos brinda un resultado satisfactorio, es por ello se concluye que el valor óptimo del contenido de la fibra de PP es de 0.5% para la resistencia a la comprensión, sin embargo para la flexión los porcentajes mencionados anteriormente son normales (p.18).

Según Meza [et al.]. Alvarado (2016), tienen como objetivo estudiar el comportamiento del concreto al incorporar fibras de acero y fibras PP lo cual serán utilizados en pisos industriales, siendo de un tipo experimental evaluando los indicadores y parámetros de la resistencia a comprensión y flexión, con una población de probetas cilíndricas y prismáticas y con una muestra de 9 probetas, cinco de acero y cuatro de fibra de PP, tomando en cuenta que el concreto será

utilizado para pavimentos industriales de 40 MPa de resistencia a flexión, como resultado se llegó a observar la resistencia a compresión simple a 7 días y 28 días, sin embargo los concretos reforzados con fibras sintéticas tienen un comportamiento uniforme con respecto a la resistencia a compresión, Por lo tanto se llegó a una conclusión que las fibras de PP tienen un comportamiento favorable en el régimen post-fisuras (p.15).

A nivel de Artículos tenemos a: Pils [et al.]. Costella (2019), tienen como objetivo encontrar una mezcla que proporcionaría buena resistencia mecánica para el diseño de pavimentos rígidos en pistas de aeropuertos y carreteras, desde esta perspectiva podemos analizar los efectos de la fibra de PP en las características del concreto, utilizando un contenido de mortero de 55% y relaciones w/c que oscilaban entre 0.34 y 0.68. Se hicieron tres tipos de concreto: concreto normal, concreto reforzado con microfibras de PP y aditivo superplastificante, con una proporción de 600 g/m³ con respecto a las fibras y 0.32% de superplastificante, se obtuvieron resultados al añadir microfibras aumento la resistencia a la flexión con un porcentaje de 39% pero en la resistencia a la compresión un poco desfavorable, se concluye que al añadir fibras al concreto da un aumento insignificante del coste, sin embargo también podemos mencionar que es posible obtener concretos permeables con mayor resistencia a la compresión o permeabilidad dependiendo de las propiedades de los residuos a utilizar como refuerzo (p.17).

Según Obando [et al.]. Muñoz (2021), tiene como objetivo investigar los cambios del concreto con diferentes tipos de fibras incluyendo las fibras de PP con la finalidad de conocer sus reacciones frente a procesos mecánicos, es por ello que las cualidades de las fibras de PP incorporadas en materiales ideales como el concreto, ha traído consigo estructuras sólidas y resistentes en todo tipo de construcciones como pavimentos, túneles, carreteras, entre otros, como resultado óptimo para añadir la fibra al concreto es de 400 g/m³ la cual aumenta la resistencia a un promedio de 3.02% para los concretos de $f'c = 175, 210$ y 280 kg/cm^2 , concluimos que las fibras de PP genera cambios en las características del concreto como la resistencia de flexión, sin embargo desfavorable en la trabajabilidad, pero brinda mayor ductividad (p.19).

Según Vásquez (2020), su objetivo es analizar los cambios de las características del concreto con la incorporación de fibra de PP, tanto en la resistencia de compresión y tensión, a la vez determinar la dosificación que demuestre un buen desempeño entre la unión de fibra-concreto, teniendo como resultados un aumento de un porcentaje del 100 % en resistencia a la flexión y a la compresión de un 60% y un 40% desfavorable en el resto de investigaciones, por ende concluimos al añadir fibra de PP de una dimensión de 30 mm verificamos un desempeño de mayor desempeño en la resistencia a la flexión, y las más optima dosificación seria de 1.5% para una resistencia de 40 MPa y de 0.5% para una resistencia de 30MPa, es decir al añadir la fibra de PP de 1.33 gr/cm³ (p.14).

Definición del concreto: Según Carhuapoma (2018), menciona que el concreto proviene del Latín concretus, el concreto es un material que se genera al realizar la mezcla de ciertos agregados como: Cemento, Agua, Arena de río y piedra de 1/2" y opcionalmente aditivos, lo cual pues se puede adaptar a diferentes moldes, de tal manera que al momento de llegar a su tiempo estimado de endurecimiento adquiriendo una estabilidad rígida y resistente, lo que hace un material indispensable en el mundo de la ingeniería y construcción (p.25,26). Propiedades del concreto: Según Cabarcas y Gamarra (2018), indican principalmente en estudiar y obtener un diseño correcto del concreto lo cual significa el proceso de dosificación de agregados adecuadamente y de acuerdo a la norma de edificaciones, con el objetivo de producir un concreto eficaz y económico, entre las propiedades más relevantes lo definimos a continuación (p.38). Resistencia a la Compresión: Según Ivala (2018), indica que es una prueba muy importante ya que las probetas son sometidas a pruebas de compresión, la resistencia a la compresión del concreto es la carga máxima aplicada a una muestra, el resultado más relevante será alcanzados a los 28 días medidos en el sistema $f'c = \text{kg/cm}^2$ (p.18). Resistencia a la flexión: Tenemos según Silupo y Saldaña (2019), hacen referencia que, "esta falla de resistencia se mide por el momento de una loza o viga de concreto, aplicando las cargas a las vigas de concreto con una dimensión de (15 cm x 15 cm x 50 cm), de sección transversal y como luz lo mínimo 3 veces el espesor, esta resistencia se expresa como el módulo de Rotura (MR) en lbf/in² (MPa) y se determina a través de los métodos de ensayos NTP 339.078 y

339.079 cargada en puntos tercios y medios”(p.38). Ensayo a la Consistencia: Según Cabarcas y Gamarra (2018), “esta propiedad del concreto se utiliza para caracterizar el estado plástico del concreto, aunque está relacionado con la trabajabilidad, la consistencia se refiere al estado fluides, en otras palabras, quiere decir que tan dura o blanda se encuentra la mezcla al momento de realizar una muestra y determinar su slump” (p.21).

Definición de la Fibra de Polipropileno: Según Sánchez (2017), define la “fibra de PP que es un polímero de hidrocarburo sintético que resulta de la refinación de petróleo. Las fibras de PP están constituidas de las fibras sintéticas para utilizarlo como un refuerzo del concreto y lo podemos identificar con la siguiente abreviatura SNFRC (Synthetic Fiber Reinforced Concrete), lo cual las diferentes variedades que se han utilizado en matrices de concreto de cemento portland lo mencionamos a continuación: Arcilico, carbono, nylon, poliéster, polietileno y PP” (p.22).

Propiedades de la fibra de polipropileno: Según Chapañan y Quispe (2017), definen que, las propiedades de la fibra de PP son las siguientes: Absorción de agua a 20° c -ninguna. Resistente a las sales y ácidos – alta. Resistente a las bases agentes oxidantes y microorganismos - alta. Resistente a la abrasión (desgaste) (p.62).

Tipos de Fibras: Según Cabarcas y Gamarra (2018), tenemos 2 tipos de fibras: *Microfibras*. Según estos dos autores hacen referencia que estas fibras tienen como función que el concreto se fisure en estado fresco antes de las 24 horas. El porcentaje de dosificación en este tipo de fibras oscilan entre 0.03 % a 0.15 % del mismo y tienen un diámetro entre 0.023 y 0.050mm, ya que puede ser monofilamentos o fibriladas. Este tipo de microfibras es un excelente aditivo para el concreto y muy económica ya que previene la fisuración antes de las 24 horas”(p.21).

Macrofibras. Los autores mencionados indican que, estas fibras están precisamente hechas para evitar las fisuras en el estado endurecido del concreto y logrando la adecuada función de la estructura, teniendo un porcentaje de dosificación más frecuente oscilando entre 0.2 % y 0.8% de proporción del

concreto y las más frecuentes son las fibras sintéticas y las fibras metálicas cuyas dimensiones varían entre 0.05 a 2.00mm. Estas macrofibras se añaden y se mezclan en el concreto como si fuese un agregado como cualquier otro, y el tiempo optimizado para el mezclado de las fibras tiene que ser entre tres a cinco minutos para tener una completa dispersión. Este tipo de macrofibras sintéticas o metálicas no alteran la resistencia a la compresión y lo hace de una manera muy simple sobre la resistencia a la tensión y flexión. En realidad, este tipo de fibras se añaden con la finalidad de aumentar la tenacidad del concreto, siendo la tenacidad una de las propiedades que especifica de una manera completa la capacidad de un material en este caso sería el concreto y así ayudar a soportar la carga evitando que colapse rápidamente (p.21,22).

III.METODOLOGIA

3.1. El Tipo y Diseño de este proyecto de Investigación.

3.1.1 El Tipo de investigación de este proyecto. Según Becerra y Delgado (2019), la “investigación del presente trabajo es experimental y tipo aplicada, lo cual se cuenta con la posibilidad de la medición de la variable y será manipulada, de la que obtendremos los datos requeridos (laboratorio)” (p.12).

El presente proyecto de investigación es del tipo aplicada, de modo que se busca poner en práctica los conocimientos previos en mejorar las propiedades del concreto incorporando fibra de PP reciclable, en base a los antecedentes similares, con la finalidad de encontrar un mejoramiento en la elección, con las diferentes dosificaciones de fibra, en base a los resultados obtenidos en el laboratorio se logre disminuir el fisuramiento en el concreto.

3.1.2 Diseño de investigación. Según Córdova y Cruz (2020), en cuanto al diseño, el presente proyecto de investigación es cuasiexperimental, porque se tiene tres objetivos donde se pondrá a prueba la hipótesis causal (manipulación de la variable): con fibra de Polipropileno en 0.5% 1%, 1.5% respectivamente en el diseño de la mezcla, con la finalidad de ver los efectos y el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto al incorporar la fibra de PP reciclable para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, basándose en diferentes estudios previos de diversos investigadores (tesis de García y Hernández 0.5%, 1% y 2%) añadiendo la fibra de PP en el concreto (p. 14).

3.2 La Variable y Operacionalización

Como variable independiente 1 se tiene: Fibra de polipropileno

Concepto de la variable independiente. Según Sánchez (2017), define la fibra de PP que es un polímero de hidrocarburo sintético que resulta de la refinación de petróleo. Las fibras de PP están constituidas de las fibras sintéticas para utilizarlo como un refuerzo del concreto, con una dosificación

de 0.5%, 1% y 1.5% respecto al peso del cemento, empleando para las 3 muestras, con el objetivo de aumentar la resistencia a Flexión, compresión y ensayo de consistencia de las propiedades del concreto, lo cual las diferentes variedades que se han utilizado en matrices de concreto de cemento portland lo mencionamos a continuación: Arcilico, carbono, nylon, poliester, polietileno y PP (p.32).

Variable independiente V1: fibra de Polipropileno

Definición operacional. La dosificación de la fibra de PP reciclable será de 0.5%, 1%, 1.5% respecto al peso del cemento, que al mezclarse con el concreto puede reducir el agrietamiento, además aumentar su resistencia a la compresión, de la misma manera la resistencia a la flexión y el ensayo de consistencia o trabajabilidad del concreto, para todos estos casos su calidad se determinó a través de ensayos de laboratorio.

La Variable independiente 1 es: V1: Fibra de Polipropileno reciclable

Indicadores: 0.5%, 1% y 1.5% fibra de polipropileno reciclable, respecto al peso del cemento, arena gruesa, piedra chancada.

Escala de medición. Razón

La segunda Variable dependiente es: Propiedades del concreto

Concepto de la variable dependiente. Según Ruiz (2021), el “concreto es esencial de la mezcla de dos agregados: áridos y masilla. Al realizar la mezcla de cemento portland y agua, a la vez añadiendo los agregados, los cuales son arena gruesa y piedra chancada, generando una masa idéntica a una roca. Esto se debe a la resistencia del cemento por la reacción química que contiene” (p.14).

Por otro lado, según Pacheco (2017), menciona que: gran parte de las propiedades del concreto se completa totalmente en estado endurecido y están relacionadas a sus características en estado plástico, principalmente desde el momento que se realiza la mezcla hasta el periodo de conformación (p.12).

Definición operacional

Al concreto se le adiciono la fibra de Polipropileno reciclable en dosificaciones de 0. 5%, 1%, 1.5%, con respecto al peso del cemento, de tal manera que, lleguemos a una dosificación correcta para el diseño de la mezcla, realizando ensayos a los 7 días ,14 días y 28 días y por cada diseño se realizaron 3 muestras, obteniendo un total de 36 probetas cilíndricas para la resistencia a compresión y en la resistencia a flexión se realizó 12 viga prismáticas y para el ensayo de consistencia 4 conos de Abrams, de modo que todos estos ensayos fueron analizadas en un laboratorio certificado y los resultados se obtuvieron mediante formatos y fichas técnicas según la ASTM y NTP.

Variable independiente V2: Propiedades del concreto

Indicadores. Resistencia a la compresión (kg/cm²), Resistencia a la Flexión (kg/cm²) y consistencia (slump).

Escala de medición. Razón

3.3. Identificación de la Población, Muestra y muestreo.

3.3.1 Población. Según García y Córdova (2021), la “población de esta investigación son probetas de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, incorporando fibra de PP, además las muestras de probetas es de población ilimitada ya que se puede elaborar probetas de acuerdo al tiempo y presupuesto que uno cuente” (p.45).

En esta investigación la población fue finita y estuvo compuesta por todas las probetas cilíndricas de concreto de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$, con dimensiones 10 cm x 20 cm, a su vez todas las muestras de vigas de concreto de 15 cm x 15 cm x 50 cm para la prueba de resistencia a Flexión y para todas las muestras del ensayo de consistencia (cono de Abrams); con las diferentes dosificaciones de la incorporación de la fibra de PP reciclable en los 3 diseños.

3.3.2 Muestra

Según López (2021), Las muestras son aquellas que estudian ciertos elementos de la investigación sacando una parte de la población en estudio, representando un fragmento de la población. Es decir, tomamos 36 muestras cilíndricas (DXH 10 cm x 20 cm según la norma ASTM C-39) de concreto $f'c=210$ kg/cm², que estarán compuesto por cemento, agua, arena y piedra, de tal manera que se le incorporara la fibra de polipropileno con una dosificación de 0.5%, 1% y 1.5% (p.20).

Los porcentajes utilizados para la dosificación de fibra de polipropileno en base a diferentes estudios realizados (tesis 2017 en adelante). de las cuales 9 de ellas fueron convencionales y 27 muestras con la adición de fibra de PP reciclable, las cuales fueron evaluadas en un periodo en la tabla 1 de tiempo entre 7 días, 14 días y 28 días, para verificar su resistencia a compresión, para la resistencia a Flexión se utilizará 12 vigas por un periodo de tiempo de 28 días y para la consistencia 4 muestras de cono de Abrams.

Tabla 1: Muestras del proyecto de investigación.

DESCRIPCION	MUESTRAS A COMPRESION	ENSAYO DE SLUMP	MUESTRAS A FLEXION
Muestra patrón	3(7) +3(14) +3(28) 9	1	3(28)
Muestra con incorporación de fibra de PP reciclable de 0.5%	9	1	3
Muestra con incorporación de fibra de PP reciclable de 1 %	9	1	3
Muestra con incorporación de fibra de PP reciclable de 1.5%	9	1	3
Total, muestras	36	4	12

Fuente: Propia 2022.

3.3.3 El Muestreo.

Según Inga y Ocaña (2020), el “muestreo de esta investigación se llevó a cabo de forma aleatoria, debido a todos los componentes de la población, teniendo una posibilidad de ser escogidas para la muestra. Por otra parte, el muestreo es no probabilístico, indicando el número de ensayos” (p.29).

Mejoramiento del Concreto. El tipo de muestreo se refiere a la técnica de selección, de modo que el muestreo es no probabilístico, la cual no depende de una fórmula estadística, sino de la elección del tesista y de las características propias según la (Norma E-060), lo que deriva a una decisión del investigador.

3.3.4 Unidad de análisis. Son los elementos que tienen la misma característica seleccionados de la población para conformar la muestra. Para nuestra investigación estuvo conformada por los ensayos de Resistencia a la compresión y a la flexión (kg/cm²) y ensayo de consistencia (slump), donde se adiciono la fibra de PP reciclable en un porcentaje de 0.5%, 1% y 1.5%.

3.4 Las Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos.

La técnica para la recopilación de datos Según Sánchez (2017), en “el presente proyecto de investigación se emplea una técnica de observación y elaboración de ensayos, de modo que se utiliza técnicamente equipos para realizar los diferentes tipos de ensayos, con la teoría empleada para construirla y la lógica del investigador” (p.35).

Según Becerra (2019), menciona que estas técnicas de recopilación de datos se hacen mediante una observación, de esta manera se logre dar posibles soluciones a la problemática dadas, y por ende probar las hipótesis mencionadas. Así mismo las fuentes de información como base teórica para la variable se utilice las fichas bibliográficas, finalmente se obtendrá la técnica cuasi experimental (p.16).

Simultáneamente utilizando las normas establecidas por (MTC), MTC E-107, MTC E-110, MTC E-11, MTC E -115, MTC E-118, MTC E-132.

Instrumentos de recolección de datos

Según Córdova y Cruz (2020), Hacen mención que se refieren a la herramienta que mide la variable, para así analizar la muestra y tomar los apuntes requeridos, características notables que se encuentre en el concreto, ya que la información obtenida especificara la obtención de los resultados (p.15).

Es por ello que para este proyecto de investigación se realizó ensayos de laboratorio para obtener los resultados, entre ellos tenemos los siguientes:

- Ficha de observación.
- ensayos especificados bajo los límites de datos establecidos por NTP Y ASTM.
- Formatos de Laboratorios.
- Formatos de Normas establecidas.
- Métodos de diseño de mezclas de ACI 211.

Tabla 2. *Ensayos de Laboratorio.*

Ensayos	Ensayos de laboratorio	Instrumentos
ENSAYOS	Ensayo de Flexión	Ficha de Resultado de laboratorio NTP.339.078
	Ensayo de consistencia	Ficha de Resultados de Laboratorio NTP. 342
	Ensayo de compresión	Ficha de Resultado de laboratorio NTP.339.034

Fuente: Propia 2022.

En base a las variables correspondientes se escogió los instrumentos para el recojo de datos, además se realizó según la dosificación indicada (0.5%, 1% y 1.5%).

Confiabilidad

Para Gutiérrez y Jauregui (2019), la “confiabilidad del instrumento es el grado en que el mismo objetivo o la aplicación repetida conduce a los resultados coherentes y consistentes” (p.41).

Al nombrar la palabra confiabilidad se refiere a la aplicación de un objeto que será estudiado, ya que los resultados que se obtenga del estudio tienen que ser iguales o parecido entre ellos, brindando la confianza de los resultados obtenidos y de los instrumentos que se utilizaron en el trayecto de los ensayos, a la vez se brindó certificados del laboratorio con su calibración de cada instrumento usado.

Validez

Según Gutiérrez y Jauregui (2019), indican que la validez es la adecuación de un instrumento de medición para medir lo que se necesita medir, si verdaderamente mide la variable que se requiera medir, de modo que los ensayos a realizar se establecieron según las normas ASTM, NTP, y de acuerdo al tipo de ensayo fueron elaborados (p.41).

Es por ello que, para la presente investigación, la validación de nuestro contenido se realizó con la aprobación de 3 ingenieros civiles colegiados.

3.5. Procedimientos

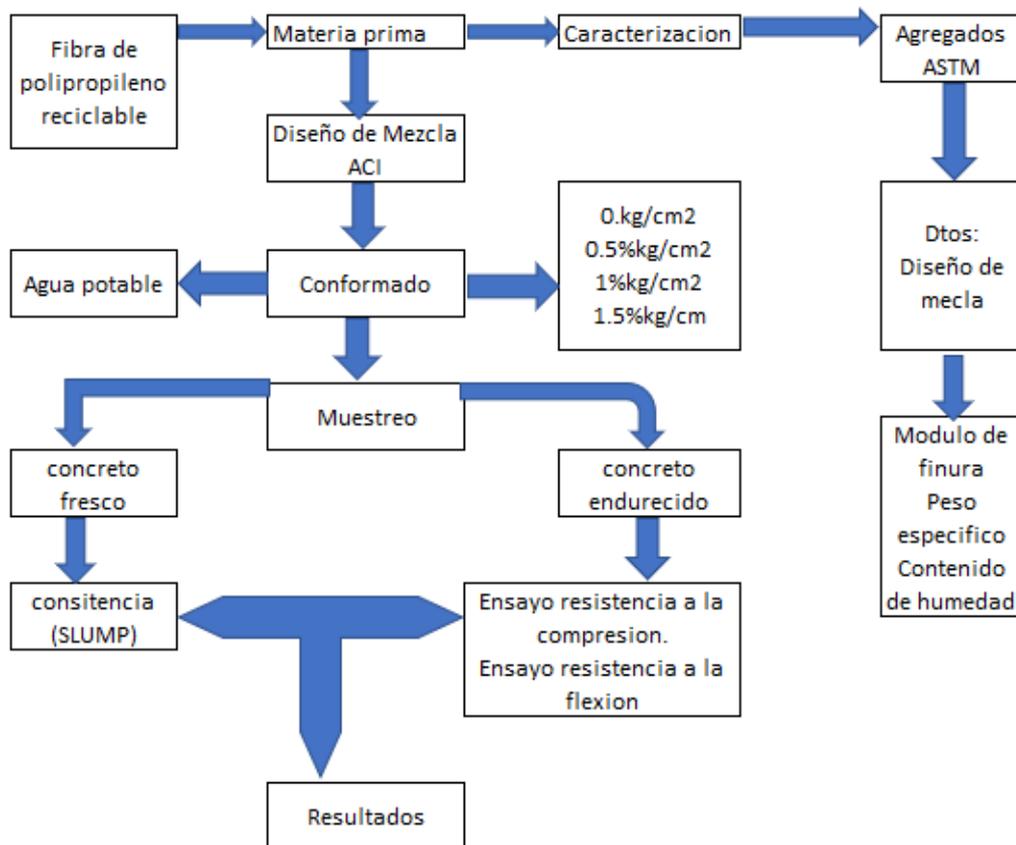


Figura 1. Procedimiento del diseño del concreto incorporando fibras de PP reciclable.

Fuente: Propia 2022.

a) Reciclado de fibra de polipropileno

En esta investigación se utilizó la fibra de PP reciclable, el cual se obtuvo de los plásticos más resistentes, (sillas, tinas, valdes.), lo cual pues se utilizó un promedio de 2.5 kilogramos para 36 probetas cilíndricas y 12 vigas.

b) Selección de agregados piedra chanca de ½” y arena gruesa

Para la selección de los materiales piedra chancada de ½” y arena gruesa para esta investigación fue de la cantera de trapiche, ya que estos materiales se extraen a cielo abierto, de modo que fue necesario realizarle ensayos a cada uno de ellos, mediante los diferentes procesos según las

normas del laboratorio y NTP, los cuales nos fueron útiles para el diseño del concreto.

Concreto, según Ruiz (2021), se “realiza de manera individual el diseño de mezcla para cada uno de $f'c=210$ kg/cm² con las diferentes dosificaciones de la incorporación de fibra de PP, a la vez se realizaron probetas de acuerdo a la norma E-0.60, de manera que estos ensayos una vez realizados fueron sometidos a laboratorios de tecnología de concreto, sometiéndolos a rotura de Compresión, Flexión y el ensayo de consistencia (Slump) según la norma ACI Y NTP, evaluándose los resultados ya que mediante ello se llegó a una conclusión verificando si son favorables o desfavorables”(p.15).

3.6. Método a utilizar para el Análisis de datos.

Según Mendizábal (2019), menciona que para esta investigación se obtendrán los datos de los ensayos realizados en el laboratorio, mediante cuadros comparativos, gráficos y el método de recolección de datos, los cuales serán analizados e interpretados dichos resultados” (p.38). Mejoramiento del Concreto según Mendizábal (2019), Para “esta selección de datos, fueron observados directamente desde el momento que se realizó el diseño de la mezcla, es así como se logró reflejar cada prueba del concreto ensayados en el laboratorio, seguidamente se realizó las anotaciones correspondientes y necesarios, para posteriormente comparar con hipótesis (p.38).

3.7. Aspectos Éticos.

Como principio de investigadores debemos tener el respeto hacia los autores, de modo que nuestro proyecto de investigación se desarrolló con respeto y confianza, citando sus aportes de cada uno de los autores, tomando como referencia la guía del Sistema ISO 6901, ya que esta investigación fue evaluada por el programa TURNITIN para garantizar un trabajo autentico.

IV. RESULTADOS

“Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto $f'c = 210$ kg/cm² al incorporar fibra de polipropileno - Lima 2022”.

Ubicación:

Departamento: Lima
Provincia: Lima
Distrito: Santa Rosa

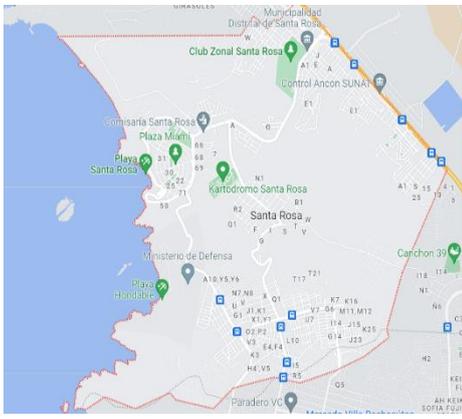
	
<p>Figura 2: Mapa del Perú</p>	<p>Figura 3: Mapa del Distrito de Santa Rosa</p>
<p>Fuente: Google Maps</p>	<p>Fuente: Google Maps</p>
<p>Localización:</p>	
	

Figura 4: Localización del Distrito de Santa Rosa.

Fuente: Google Maps.

La investigación se realizó en el Distrito de Santa Rosa, lo cual se encuentra ubicada al norte de Lima.

Se obtuvo la fibra de polipropileno reciclable manualmente, utilizando una amoladora, prensas manuales y cepillo manual como se aprecia en la siguiente imagen:



Figura 5: Fibra de polipropileno reciclable

Fuente. Propia 2022.

Trabajos de Laboratorio.

Tabla 3. *Determinación de la gravedad específica de la fibra de polipropileno.*

	IDENTIFICACION	1
A	MASA DE MATERIAL SECO	23.68
B	MASA DE RECIPIENTE + AGUA (CALIBRACION)	8459.6
C	MASA DE RECIPIENTE + AGUA + MATERIAL SUMERGIDO	8409.8
	MASA DE RECIPIENTE Y MATERIAL	8483.28
	VOLUMEN DEL MATERIAL	73.48
	PESO ESPECIFICO	0.322

Fuente. Propia 2022.

Interpretación. El ensayo realizado a la fibra de polipropileno reciclable nos permite identificar el contenido que contiene este material, de manera que al incorporar y diseñar la mezcla no sea perjudicial.

Tabla 4. *Contenido de Humedad evaporable del agregado grueso según ASTM C566 -19.*

ITEM	DESCRIPCION	UND	DATOS
1	El peso del envase	kg	674.2
2	El peso del envase +muestra húmeda	kg	4879.5
3	El peso del envase +muestra seca	kg	4869.4
4	Porcentaje del contenido de humedad	%	0.20

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

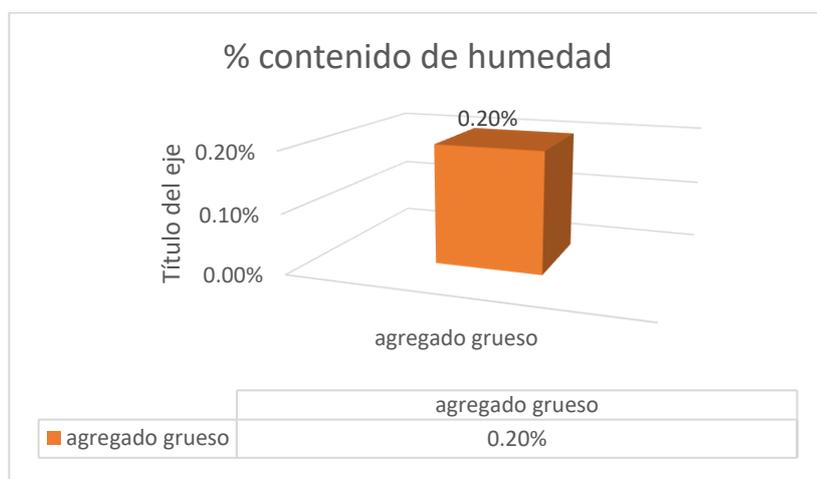


Figura 6. Porcentaje de humedad del agregado grueso.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. Este método consiste en realizar el análisis de la muestra del agregado a un proceso de secado para luego comparar su masa antes y después, el resultado obtenido fue de 0.20% de humedad.

Tabla 5. Agregado Fino contenido de humedad.

ITEM	DESCRIPCION	UND	DATOS
1	El peso del envase	kg	114.3
2	El peso del envase +muestra húmeda	kg	659
3	El peso del envase +muestra seca	kg	645.7
4	Porcentaje del contenido de humedad	%	2.50

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

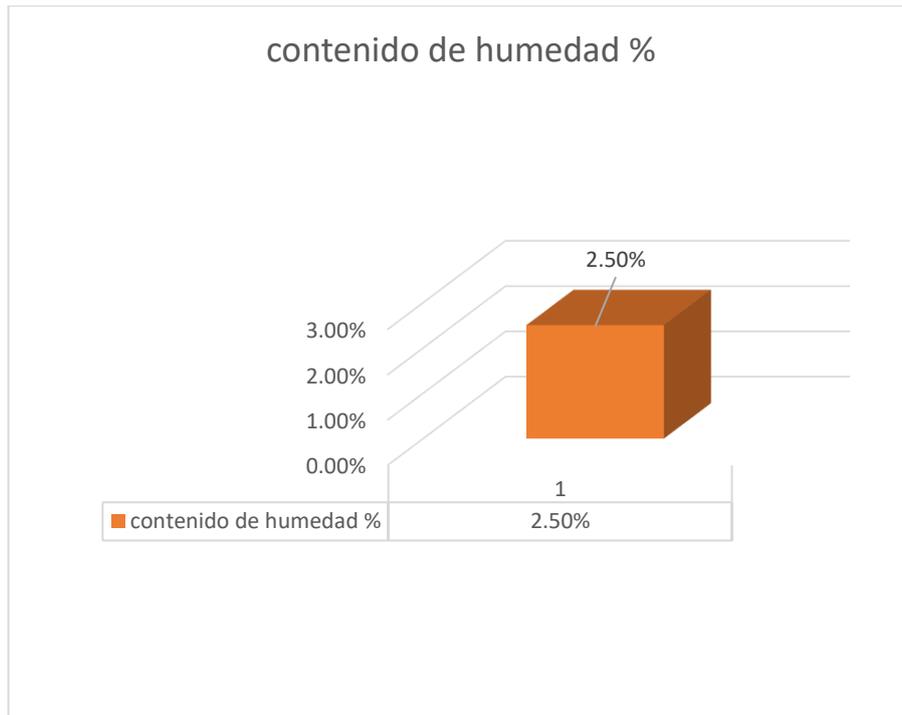


Figura 7. Porcentaje de humedad del agregado fino.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. Según estudios los agregados que estén expuestos a la interperie pueden contener agua, conteniendo un grado de humedad, lo cual es de suma importancia realizar el análisis de contenido de humedad ya que mediante ello se verifica si aporta agua a la mezcla. Para obtener el contenido de humedad se calcula mediante la siguiente formula:

$$P = [(W - D) / D] * 100$$

Donde:

P: contenido de húmeda (%)

W: masa inicial de la muestra (g)

D: masa de la muestra seca (g)

Según los análisis realizados en el laboratorio el contenido de humedad del agregado grueso fue de un 0.20% y del agregado fino fue el 2.50%.

Tabla 6. Análisis Granulométrico de los agregados según ASTM C-13

		AGREGADO FINO ASTM C33/33M-18			ARENA GRUESA		
ABERTURA DE TAMICES (marco de 8" de diámetro)		PESO RETENIDO g	% PARCIAL RETENIDO	% ACUMULADO RETENIDO	% ACUMULADO QUE PASA	ESPECIFICACION	
						mínimo	máximo
NOMBRE	mm						
4" in	100mm						
3"1/2 in	90mm						
3" in	75mm						
2"1/2 in	63mm						
2" in	50mm						
1"1/2 in	37.5mm						
1" in	25mm						
3/4" in	19mm						
1/2" in	12.5mm						
3/8" in	9.5mm				100	100.00	100.00
N4	4.75mm	24.1	4.32	4.32	95.68	95.00	100.00
N8	2.36mm	82.6	14.8	19.11	80.89	80.00	100.00
N16	1.18mm	128	22.92	42.03	57.97	50.00	85.00
N30	600 μm	147	26.32	68.35	31.65	25.00	60.00
N50	300 μm	89.2	15.98	84.33	15.67	5.00	30.00
N100	150 μm	60.4	10.81	95.14	4.86	0.00	10.00
N200	75 μm	20.6	3.69	98.83	1.17		
-200	-200	6.6	1.17	100	0		
						MF	3.13

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL SAC.



Figura 8. Tamices del ensayo de granulometría.

Fuente: propia 2022.

Interpretación. En el ensayo de granulometría del agregado fino, se colocó en una fila los tamices de 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 Y N°200, de modo que pasaron a través de las mallas de

diferentes medidas de abertura. En la cual se obtiene el porcentaje retenido, de modo que estos porcentajes nos sirven como datos, para luego realizar la curva donde se verifica el módulo de fineza, asimismo que el grafico este en el rango establecido. Para realizar estos ensayos se tuvo en cuenta la norma ASTM C136.

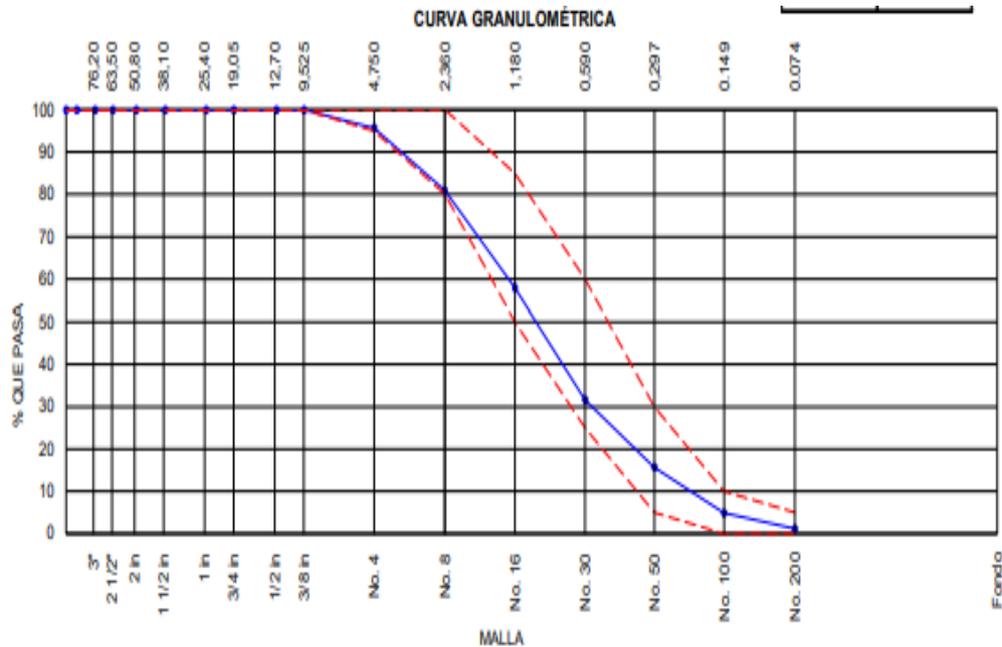


Figura 9. Curva granulométrica del agregado fino.

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

Interpretación. La curva granulométrica en una representación gráfica de los resultados obtenidos, así mismo analiza la estructura del agregado desde el tamaño de las partículas que lo conforman.

En un diseño de mezcla esta grafica nos sirve para poder calcular las combinaciones correctas para el diseño de las mezclas de los agregados y verificar que el agregado sea el óptimo para el diseño.

De acuerdo a la gráfica 9 se demuestra que el agregado fino utilizado es el óptimo para el diseño de mezcla realizada, ya que no pasa los parámetros establecidos como se puede observar en la gráfica.

Tabla 7. Análisis Granulométrico del agregado grueso según ASTM C-136

AGREGADO GRUESO - HUSO # 67							
ABERTURA DE TAMICES(marco de 8" de diametro)		PESO RETENIDO g	PORCENTAJE PARCIAL RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO RETENIDO	PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA	ESPECIFICACION	
						minimo	maximo
NOMBRE	mm		0.00%	0.00%	0.00%	100	100
4"	100mm		0.00%	0.00%	0.00%	100	100
3"1/2	90mm		0.00%	0.00%	0.00%	100	100
3"	75mm		0.00%	0.00%	0.00%	100	100
2"1/2	63mm		0.00%	0.00%	0.00%	100	100
2"	50mm		0.00%	0.00%	0.00%	100	100
1"1/2	37.5mm		0.00%	0.00%	100	100	100
1"	25mm		0.00%	0.00%	100	100	100
3/4"	19mm		0.00%	0.00%	100	90	100
1/2"	12.5mm	1799	42.81	42.81	57.19	50	79
3/8"	9.5mm	1427.9	33.98	76.79	23.21	20.00	55.00
N4	4.75mm	952.5	22.67	99.46	0.54	0.00	10.00
N8	2.36mm					0.00	5.00
N16	1.18mm						
N30	600 μm						
N50	300μm						
N100	150μm						
N200	75μm						
-200	-200	22.6	0.54	100	0		
						MF	6.74
						TMN	1/2"

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

Interpretación. En este análisis de la granulometría del agregado grueso se colocó en fila los tamices de 1", 3/4", 1/2", N°8 Y N°4, de modo que pasaron a través de las mallas de diferentes medidas de abertura. En la cual se obtiene el porcentaje retenido, de modo que estos porcentajes nos sirven como datos, para luego realizar la curva donde se verifica el módulo de fineza, asimismo que el grafico este en el rango establecido. Para realizar estos ensayos se tuvo en cuenta la norma ASTM C33-18.

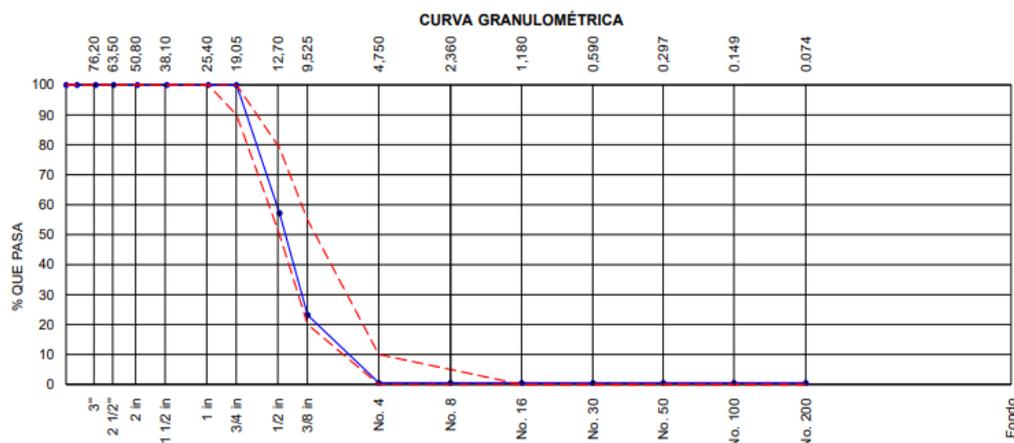


Figura 10. Curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente. Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

Interpretación.

La curva granulométrica en una representación gráfica de los resultados obtenidos, así mismo analiza la estructura del agregado desde el tamaño de las partículas que lo conforman.

En un diseño de mezcla esta grafica nos sirve para poder calcular las combinaciones correctas para el diseño de las mezclas de los agregados y verificar que el agregado sea el óptimo para el diseño.

De acuerdo a la gráfica 10 se demuestra que el agregado grueso utilizado es el óptimo para el diseño de mezcla realizada, ya que no pasa los parámetros establecidos como se puede observar en la gráfica.

Tabla 8. Identificación del peso Unitario Suelto del agregado fino. ASTM C29/C29M-17a

IDENTIFICACION	1	2
El peso del envase kg	1.628	1.628
volumen del envase kg	0.002809	0.002809
El peso del envase + muestra suelta kg	6.298	6.309
El peso de la muestra suelta kg	4.670	4.681
El Peso unitario suelto(kg/m3)	1663	1666
	PROMEDIO	1664.5

Fuente. Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

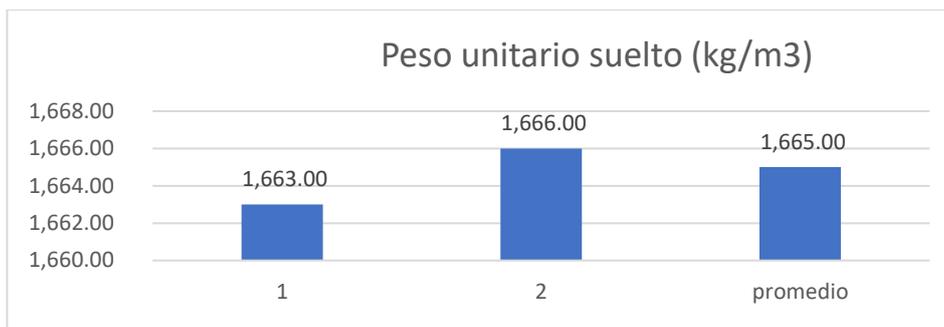


Figura 11. Peso unitario suelto del agregado fino.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. Este ensayo nos permite determinar la densidad aparente (peso unitario) del agregado fino, en la condición suelta, además podemos calcular los huecos entre las partículas del agregado fino con respecto a la mezcla de los áridos, basándose en la norma ASTM C29-17, de modo que de los resultados obtenidos se realiza un promedio como podemos apreciar en la tabla 8 y figura 11, el cual nos permitió desarrollar un mejor diseño de mezcla.

Tabla 9. Identificación del peso unitario compactado del agregado fino.

IDENTIFICACION	1	2
El peso del envase kg	1.628	1.628
El volumen del envase kg	0.002809	0.002809
El peso del envase + muestra compactada kg	6.839	6.859
El peso de la muestra compactada kg	5.211	5.231
Peso unitario compactado(kg/m³)	1855	1862
	PROMEDIO	1858.5

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

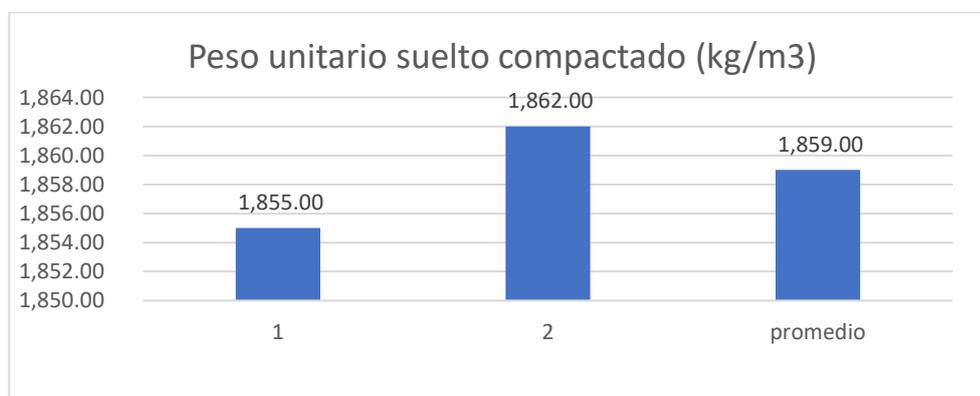


Figura 12. Peso unitario compactado del agregado fino.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. Este ensayo nos permite determinar la densidad aparente (peso unitario) del agregado fino, en la condición compactada, además podemos calcular los huecos entre las partículas del agregado fino con respecto a la mezcla de los áridos, basándose en la norma ASTM C29-17 de modo que de los resultados obtenidos se realiza un promedio como podemos apreciar en la tabla 9 y figura 12, el cual nos permitió desarrollar un mejor diseño de mezcla.

Tabla 10. Identificación del peso Unitario Suelto del agregado grueso ASTM C29/C29M-17^a.

IDENTIFICACION	1	2
El peso del envase kg	6.373	6.373
El volumen del envase kg	0.009273	0.009273
El peso del envase + muestra suelta kg	19.756	19.729
El peso de la muestra suelta kg	13.383	13.356
El Peso unitario suelto(kg/m ³)	1443	1440
	PROMEDIO	1441.5

Fuente. Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

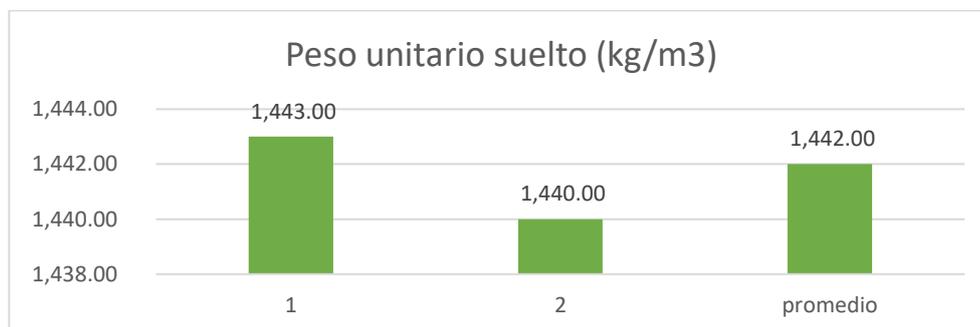


Figura 13. Grafica del peso unitario suelto del agregado grueso.

Fuente. Propia 2022.

Interpretación. Este ensayo nos permite determinar la densidad aparente (peso unitario) del agregado grueso, en la condición suelta, además podemos calcular los huecos entre las partículas del agregado grueso con respecto a la mezcla de los áridos, basándose en la norma ASTM C29-17. de modo que de los resultados obtenidos se realiza un promedio como podemos apreciar en la tabla 10 y figura 13, el cual nos permitió desarrollar un mejor diseño de mezcla.

Tabla 11. Identificación del peso Unitario compactado del agregado grueso ASTM C29/C29M-17^a.

IDENTIFICACION	1	2
El peso del recipiente kg	6.373	6.373
El volumen del recipiente kg	0.009273	0.009273
El peso del recipiente + muestra compactada kg	20.582	20.632
El peso de la muestra compactada kg	14.209	14.259
Peso unitario compactado(kg/m3)	1532	1538
	PROMEDIO	1535

Fuente. Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

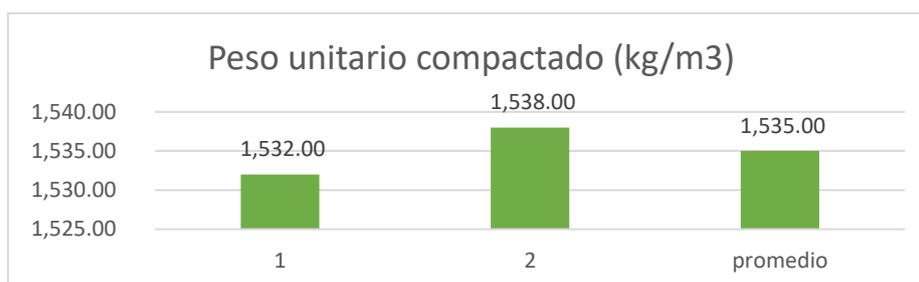


Figura 14. Grafica del peso unitario compactado del agregado grueso.

Fuente. Propia 2022.

Interpretación. Este ensayo nos permite determinar la densidad aparente (peso unitario) del agregado grueso, en la condición compactada, además podemos calcular los huecos entre las partículas del agregado grueso con respecto a la mezcla de los áridos, basándose en la norma ASTM C29-17, de modo que de los resultados obtenidos se realiza un promedio como podemos apreciar en la tabla 11 y figura 14, el cual nos permitió desarrollar un mejor diseño de mezcla.

Tabla 12. Determinación del peso específico y absorción del agregado fino ASTM C128-15

PESO ESPECIFICO Y % DE ABSORCION		1	2	promedio
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500	500	
B	Peso Frasco + agua	642.4	647.2	
C	Peso Frasco + agua+ muestra SSS	957.3	961.3	
D	Peso del Mat. Seco	490.2	490.7	
PE Bulk (base Seca) o peso específico de masa = $D/(B+A-C)$		2.65	2.64	2.6450
PE Bulk (base Saturada) o peso específico SSS = $A/(B+A-C)$		2.70	2.69	2.6954
PE Aparente (base Seca) o peso específico de aparente = $D/(B+D-C)$		2.80	2.78	2.7875
% de absorción = $100*((A-D)/D)$		2	1.9	1.9500

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL S.A.C

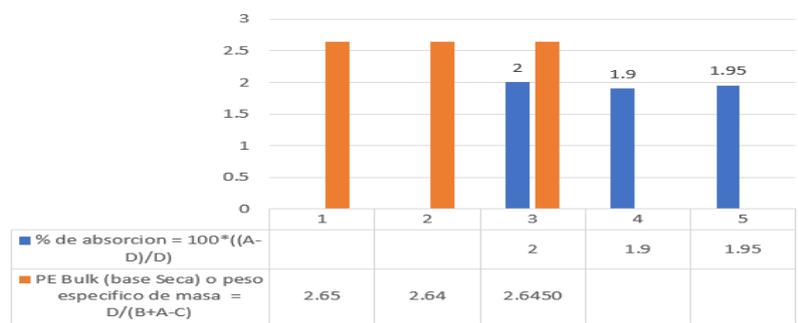


Figura 15. Determinación del porcentaje de absorción y peso específico del agregado fino.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. Este ensayo de peso específico es aquel que cumple una relación entre el peso del aire de un determinado volumen de sólidos a una temperatura especificada. En la tabla 12 y figura 15 se obtiene el porcentaje de absorción y peso específico del agregado fino, el cual es de suma importancia saber para determinar la cantidad del agua que se agregara a los agregados y realizar un diseño de mezcla acorde a la trabajabilidad que se requiera o exija el proyecto.

Tabla 13. Método de prueba estándar para la densidad relativa (GRAVEDAD ESPECIFICA) y la absorción de agregados gruesos.

PESO ESPECIFICO				
DATOS		A	B	
1	peso de la muestra sss	1249.8	1218.9	
2	peso de la muestra sss sumergida	816.6	798.6	
3	peso de lamuestra secada al horno	1241.1	1207.2	
resultados		1	2	PROMEDIO
peso específico de masa		2.865	2.869	2.8670
peso específico de masa sss		2.885	2.897	2.8910
peso específico aparente		2.923	2.951	2.9370
porcentaje de absorción (%)		0.7	1	0.8500

Fuente. Laboratorio INGEOCONTROL S.A.C

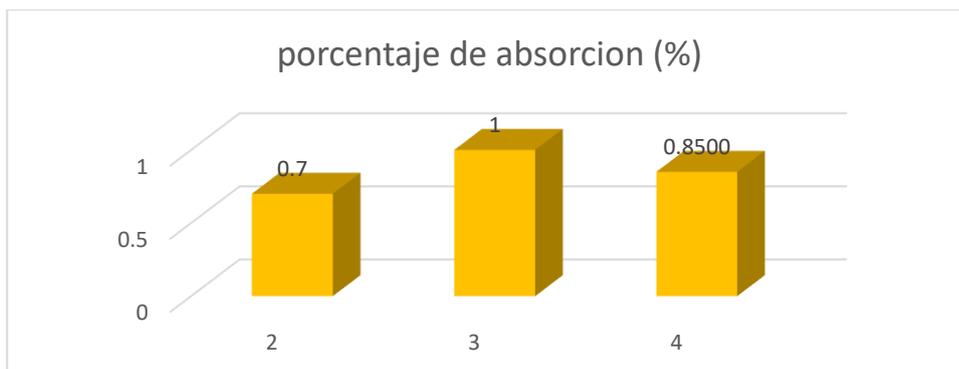


Figura 16. Determinación de la densidad relativa y porcentaje de absorción del agregado grueso.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. En la tabla 11 y figura 16 se muestra los resultados obtenidos en base a los ensayos realizados de densidad relativa y porcentaje de absorción del agregado grueso. Este ensayo nos permite obtener el valor de la densidad promedio de una cantidad de partículas del agregado de modo que no se incluye el volumen de los vacíos entre las partículas.

Tipo de Cemento: Cemento Sol

Tipo1: Uso para todo tipo de construcciones en general y de gran envergadura, siendo una envergadura de características especiales.



Figura 17. Cemento sol Tipo I

Fuente: Propia 2022.



Figura 18. Agregados grueso y fino

Fuente: Propia 2022

Diseño de mezcla según el método de ACI -211.1 para un concreto con una resistencia de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Tabla 14. Cálculos del volumen de Agregados.

CALCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS										
Materiales	peso específico		volumen absoluto		Humedad	Absorción	Mod. Fineza	P.U.S	P.U.C.	TMN
Cemento Sol tipo I	3110	Kg/m ³	0.1429	m ³						
Agua	1000	Kg/m ³	0.24	m ³						
Aire Atrapado	2.5	%	0.025	m ³						
Agregado Grueso	2867	Kg/m ³	-	m ³	0.20%	0.80%	6.74	1442	1535	1/2"
Agregado fino	2645	Kg/m ³	-	m ³	2.50%	1.90%	3.13	1664	1859	

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

Interpretación. En la tabla 12 se realizó el cálculo del volumen de los materiales, donde los datos especificados en la tabla fueron evaluados por el laboratorio INGEOCONTROL.

Tabla 15. Diseño de mezcla patrón.

Materiales	peso específico		volumen absoluto		peso seco	peso húmedo	1	m ³
cemento	3110	Kg/m ³	0.1417	m ³	440.74	440.7	440.74	
agua	1000	Kg/m ³	0.2380	m ³	238.00	234.0	234.00	
aire	2.5	%	0.0250	m ³	-	-	-	
agregado grueso	2867	Kg/m ³	0.2878	m ³	825.00	826.7	826.65	
agregado fino	2645	Kg/m ³	0.3006	m ³	795.00	814.9	814.90	
Fibra de PP reciclable	0	0	-	kg	-			
			0.9930	M ³	2,298.7407	2,316.3	2,316.3	

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

Tabla 16. *Diseño de mezcla con la incorporación de fibra de PP reciclable con el 0.5%.*

DISEÑO 0.5%	peso especifico	0	volumen absoluto	0	peso seco	peso húmedo	0.059	m3
cemento	3110	Kg/m3	0.0084	m3	26.00	440.74	26	kg
agua	1000	Kg/m3	0.0140	m3	14.04	234.00	14	kg
aire	2.5	%	0.0250	m3	-	-	-	kg
agregado grueso	2867	Kg/m3	0.0170	m3	48.68	826.65	49	kg
agregado fino	2645	Kg/m3	0.0177	m3	46.91	814.90	48	kg
Fibra de PP reciclable	0.322	0	73.48	kg	61.35	61.35	94.5	kg
			0.0901	M3	196.98	2,377.64	198	kg

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL SAC.

Tabla 17. *Diseño de mezcla con la incorporación de fibra de PP reciclable con el 1%.*

DISEÑO 1%	peso especifico	0	volumen absoluto	0	peso seco	peso humedo	0.059	m3
cemento	3110	Kg/m3	0.0084	m3	26.00	440.7	26	kg
agua	1000	Kg/m3	0.0140	m3	14.04	234.0	14	kg
aire	2.5	%	0.0250	m3	-	-	-	kg
agregado grueso	2867	Kg/m3	0.0170	m3	48.68	826.7	49	kg
agregado fino	2645	Kg/m3	0.0177	m3	46.91	814.9	48	kg
Fibra de PP reciclable	0.322	0	73.4800	kg	14.42	15.35	188.10	kg
			73.5621	M3	150.0457	2,331.6	325	kg

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL.

Tabla 18. *Diseño de mezcla con la incorporación de fibra de PP reciclable con el 1.5%.*

DISEÑO 1.5%	peso específico		volumen absoluto		peso seco	peso húmedo		
		0		0			0.059	m3
cemento	3110	Kg/m3	0.0084	m3	26.00	440.7	26	kg
agua	1000	Kg/m3	0.0140	m3	14.04	234.0	14	kg
aire	2.5	%	0.0140	m3	-	-	-	kg
agregado grueso	2867	Kg/m3	0.0170	m3	48.68	826.7	49	kg
agregado fino	2645	Kg/m3	0.0177	m3	46.91	814.9	48	kg
Fibra de PP reciclable	0.322	0	73.4800	kg	14.42	15.35	279.00	kg
			73.5512	M3	150.0457	2,331.6	415.7	kg

Fuente: Laboratorio INGEOCONTROL.

Interpretación. En las tablas 14,15,16,17,18 se pueden visualizar las proporciones de materiales que se utilizó para este proyecto de investigación, tanto para la muestra patrón, como para los tres siguientes diseños añadiendo la fibra de PP reciclable de 0.5%, (se le incorporo 94.5 kg de fibra de polipropileno reciclable), para el 1%,(se le incorporo 188.10 kg de fibra de polipropileno reciclable) y para 1.5%,(%, (se le incorporo 279.00 kg de fibra de polipropileno reciclable),, lo cual es de suma importancia establecer las proporciones apropiadas de los materiales y el material que se le añadió (fibra de PP reciclable), con el fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas en un proyecto, así mismo para obtener una adherencia o acabado correctos. Las dosificaciones descritas líneas arriba fueron realizadas según ACI 211.1, así mismo con el apoyo de ing. jefe de laboratorio INGEOCONTROL y con los técnicos.

Objetivo 1:

Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la consistencia de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.

El ensayo de consistencia consiste en la trabajabilidad del concreto (SLUMP), ya que este ensayo se realiza con el cono de Abrams, este ensayo se realiza o se llena en tres capas, lo cual por cada capa se da 25 varilladas (chuseadas).



Figura 19. Ensayo de consistencia (Slump) **Figura 20.** Cono de abrams

Fuente: Propia 2022.

Fuente: Propia 2022.

Tabla 19. Ensayos de consistencia de los testigos patrón y con la incorporación de fibras de PP reciclable con 0.5%, 1% y 1.5 %.

ENSAYO DE CONSISTENCIA (Patrón de Diseño)	slump1	5	pulg
	slump2	5	pulg
	promedio	5	pulg
ENSAYO DE CONSISTENCIA (Incorporación de 0.5% de fibra de polipropileno reciclable)	slump1	4.5	pulg
	slump2	4.5	pulg
	promedio	4.5	pulg
ENSAYO DE CONSISTENCIA (Incorporación de 1% de fibra de polipropileno reciclable)	slump1	4	pulg
	slump2	4	pulg
	promedio	4	pulg
ENSAYO DE CONSISTENCIA (Incorporación de 1.5% de fibra de polipropileno reciclable)	slump1	3.5	pulg
	slump2	3.5	pulg
	promedio	3.5	pulg

Fuente: Propia 2022.

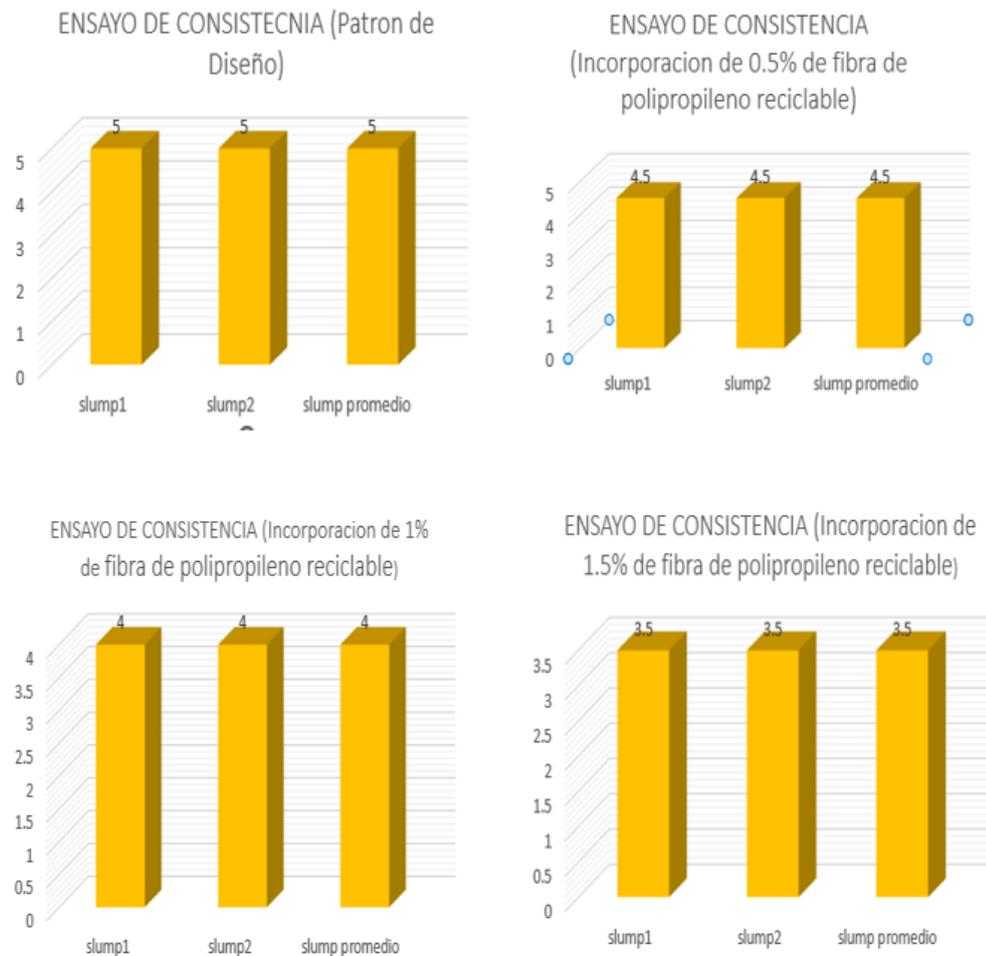


Figura 21. Ensayos de consistencia de cada uno de los diseños de mezcla realizados.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación: En la figura se observa la realización de cada ensayo para cada diseño de mezcla, tanto para el patrón y para los siguientes diseños incorporando las fibras de polipropileno reciclable con una dosificación de 0.5 %, 1% y 1.5 %, ya que estos ensayos se realizan al concreto fresco obteniéndose con el cono de Abrams, lo cual la consistencia o trabajabilidad se debe regir a los parámetros que nos indica la NTP 342, de modo que para este caso, al incorporar la fibra disminuye la consistencia se debe utilizar un aditivo plastificante para que no perjudique el diseño de mezcla inicial. .

Objetivo 2:

Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la resistencia a la flexión de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.

Este ensayo consiste en verificar la falla mediante una viga incorporando fibra de polipropileno reciclable, con una dosificación de 0.5%, 1% y 1.5%, aplicándole una fuerza perpendicular al eje longitudinal.



Figura 22. Ensayo de flexión

Fuente. Propia 2022.

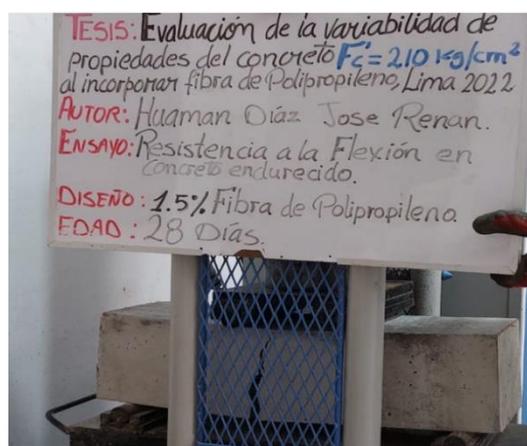


Figura 23. Rotura de la viga

Fuente. Propia 2022.

Tabla 20. Ensayos de flexión de las vigas Patrón y vigas con incorporación de fibra de polipropileno reciclable con las dosificaciones de 0.5%, 1% y 1.5%

ENSAYO A LOS 28 DIAS		MODULO DE FALLA KG/CM2
ENSAYO DE FLEXION (Vigas Patrón de Diseño)	VP1	68 .00
	VP2	66 .00
	VP3	67 .00
	PROMEDIO	67 .00
ENSAYO DE FLEXION (Incorporación de 0.5% de fibra de PP Reciclable)	V1	68 .00
	V2	68 .00
	V3	67 .00
	PROMEDIO	67.67
ENSAYO DE FELXION (Incorporación de 1% de fibra de PP reciclable)	V1	69 .00
	V2	69.00
	V3	69.00
	PROMEDIO	69.00
ENSAYO DE FLEXION (Incorporación de 1.5% de fibra de polipropileno reciclable)	V1	54.00
	V2	54.00
	V3	53 .00
	PROMEDIO	53.67

Fuente: Propia 2022.

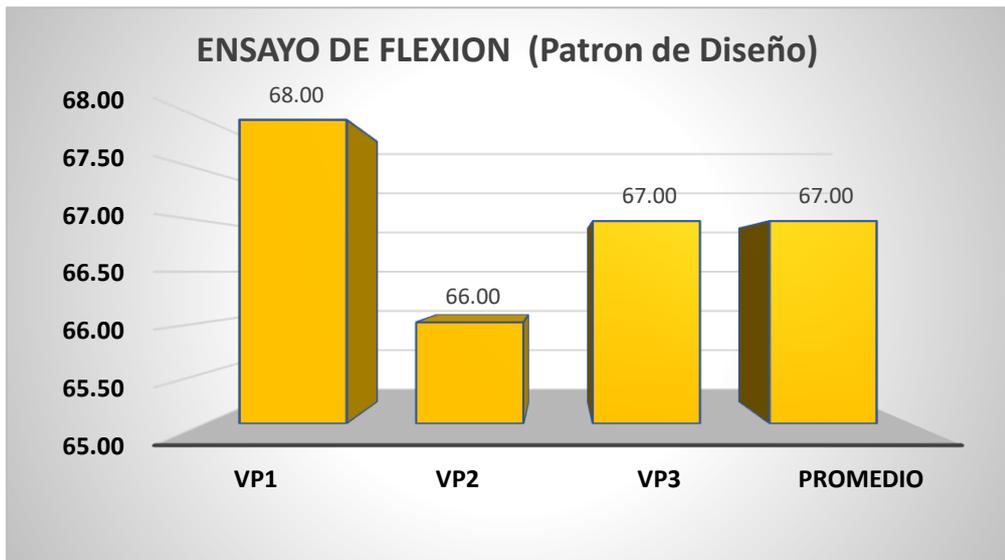


Figura 24. Representación del ensayo a flexión de las vigas patrón.

Fuente. Propia.

Interpretación. En la gráfica podemos apreciar los ensayos realizados a las vigas con dimensiones de 15 centímetros x 15 centímetros x 50 centímetros, obteniendo como resultados el módulo de falla de 68, 66 y 67 kg/cm² de las vigas patrón a los 28 días, de manera que de los datos obtenidos de cada viga se realizó un promedio, de modo que el promedio de la viga patrón es de 67kg/cm².

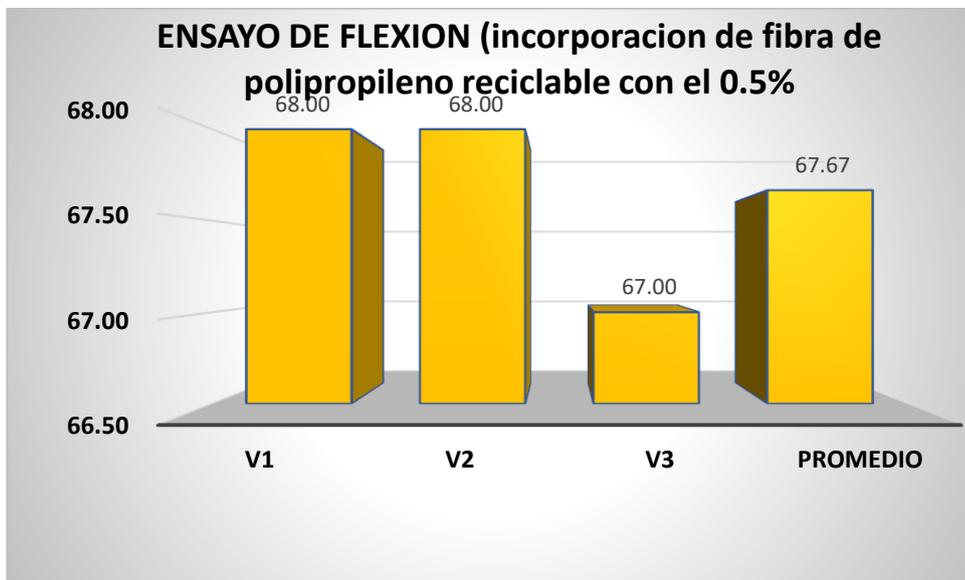


Figura 25. Representación del ensayo a flexión de las vigas con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable del 0.5%.

Fuente: Propia.

Interpretación. En la gráfica podemos apreciar los ensayos realizados a las vigas prismáticas con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable de 0.5%, obteniendo como resultados con un módulo de falla de 68 kg/cm² , 68kg/cm² y 67 kg/cm², así mismo al resultado de las tres vigas se realizó un promedio, el promedio obtenido es de 67.67 kg/cm², de manera que se tiene un aumento de 1 % de la viga patrón.

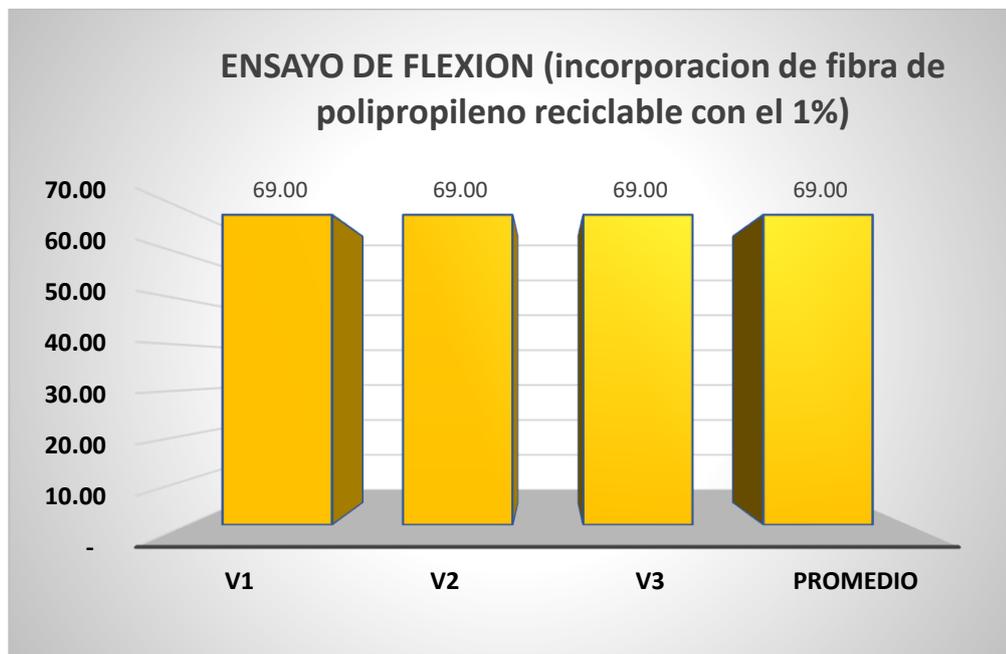


Figura 26. Representación del ensayo a flexión de las vigas con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable del 1%.

Fuente: Propia.

Interpretación. En la gráfica podemos apreciar los ensayos realizados a las vigas prismáticas con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable de 1%, obteniendo como resultados con un módulo de falla de 69 kg/cm² , 69kg/cm² y 69 kg/cm², así mismo al resultado de las tres vigas se realizó un promedio, el promedio obtenido es de 69 kg/cm², de manera que se tiene un aumento de un 3 % de la viga patrón el cual favorece al ensayo a la flexión a la cual fue sometida.

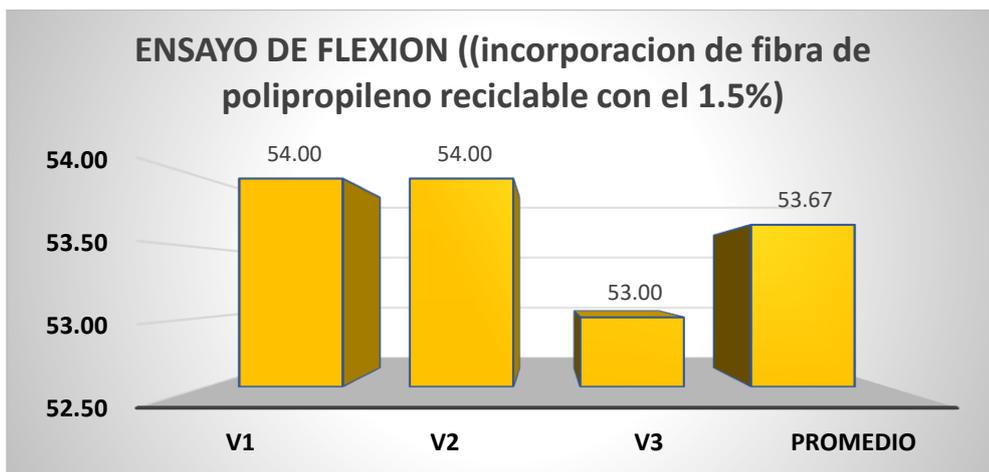


Figura 27. Representación del ensayo a flexión con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable del 1.5%.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. En la gráfica podemos apreciar los ensayos realizados a las vigas prismáticas con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable de 1.5%, obteniendo como resultados con un módulo de falla de 54 kg/cm², 54kg/cm² y 53 kg/cm², así mismo al resultado de las tres vigas se realizó un promedio, el promedio obtenido es de 53.67 kg/cm², de manera que se tiene una disminución notable de 14 % de la viga patrón. Siendo indicador que, a mayor cantidad de fibra de PP reciclable, disminuye sus propiedades a la flexion.

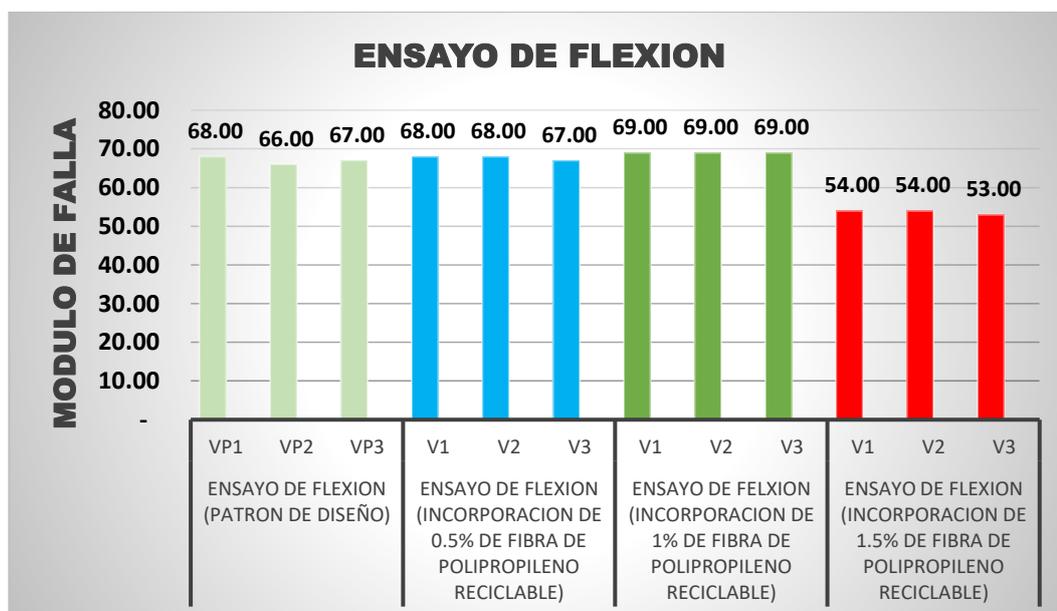


Figura 28. Resumen, representación de los ensayos de resistencia a flexión.

Fuente. Propia 2022.

Interpretación. En la figura 28 se observa los resultados obtenidos en los ensayos de flexión realizados a diferentes testigos con diferentes porcentajes de polipropileno, de acuerdo a la gráfica se observa que se tiene un incremento favorable a la resistencia a la flexión de 0.5% y 1% de fibra de polipropileno agregado al concreto, este incremento de resistencia a la flexión es de 1% hasta el 3% a la resistencia a la flexión. Sin embargo, al agregar una mayor cantidad de fibra de polipropileno la resistencia a la flexión disminuye en un 21%, siendo indicador de que no es favorable incrementar una mayor cantidad de fibra de polipropileno, lo óptimo a incrementar la fibra de polipropileno al concreto es de 1% el cual permitirá incrementar los resultados al ensayo a la flexión.

Objetivo 3:

Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.

En este ensayo se realizó probetas de 10 x 20 cm con el objetivo de calcular la resistencia del concreto convencional y incorporando fibra de polipropileno reciclable, con una dosificación de 0.5%, 1% y 1.5%, lo cual estas probetas fueron sometidas a una carga por unidad de área, lo cual se mide generalmente en Kg/cm², MPa y PSI.



Figura 29. Ensayo de compresión

Fuente: Propia 2022.



Figura 30. Probetas de compresión

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. En las imágenes podemos observar los ensayos realizados en el laboratorio, tanto para el concreto fresco (moldeado de probetas), y para el concreto endurecido (ensayo de compresión), según lo establecidos por la NTP Y ASTM

Tabla 21. Pruebas estándares para la resistencia a la compresión de probetas de 10x 20cm cilíndricas de concreto.

		7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
ENSAYO DE COMPRESION (Patrón de Diseño)	P1	169.00	205.00	249.00	80.5%	97.62%	118.57%
	P2	158.00	199.00	247.00	75.24%	94.76%	117.62%
	P3	183.00	208.00	248.00	87.14%	99.05%	118.10%
	PROMEDIO	170.00	207.00	248.00	81%	97%	118%
ENSAYO DE COMPRESION (Incorporación de 0.5% de fibra de polipropileno reciclable)	P1	184.00	214.00	250.00	87.62%	101.90%	119.05%
	P2	181.00	206.00	254.00	86.19%	98.10%	120.95%
	P3	187.00	210.00	252.00	89.05%	100.00%	120.00%
	PROMEDIO	184.00	210.00	252.00	88%	100%	120%
ENSAYO DE COMPRESION (Incorporación de 1% de fibra de polipropileno reciclable)	P1	214.00	237.00	264.00	101.90%	112.86%	125.71%
	P2	213.00	244.00	257.00	101.43%	116.19%	122.38%
	P3	212.00	238.00	261.00	100.95%	113.33%	124.29%
	PROMEDIO	213.00	239.67	260.67	101%	114%	124%
ENSAYO DE COMPRESION (Incorporación de 1.5% de fibra de polipropileno reciclable)	P1	213.00	245.00	267.00	101.43%	116.7%	127.14%
	P2	228.00	254.00	269.00	108.57%	120.95%	128.10%
	P3	221.00	246.00	269.00	105.24%	117.1%	128.10%
	PROMEDIO	220.67	248.33	268.33	105%	118%	128%

Fuente. Propia 2022.

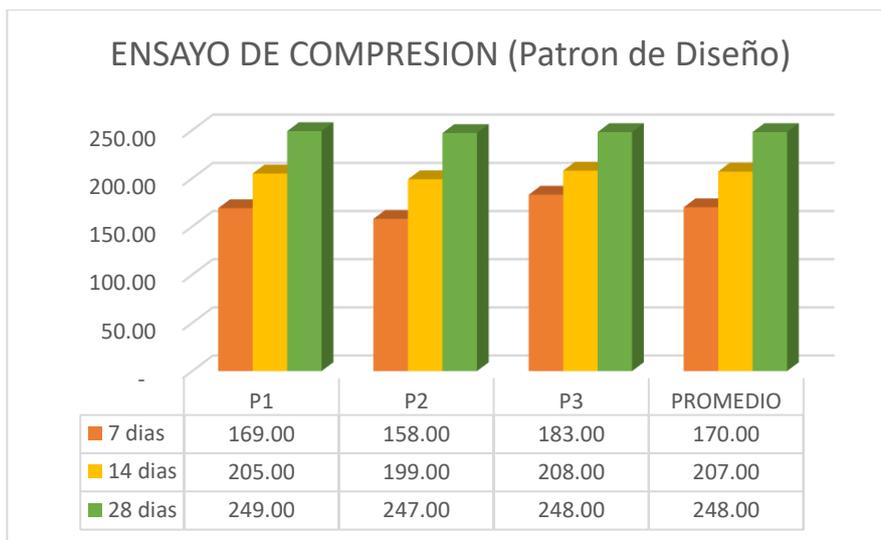


Figura 31. Resultados del ensayo de compresión del Diseño patrón en las edades de 7,14,28 días.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. En la gráfica podemos apreciar los resultados obtenidos realizados a las tres probetas patrón de diseño a la edad de 7, 14 y 28 días, obteniendo como resultado promedio, 7 días de 170 kg/cm², promedio a los 14 días de 207kg/cm² y por último un promedio a los 28 días de 248kg/cm², cumpliendo con el diseño de mezcla realizado.

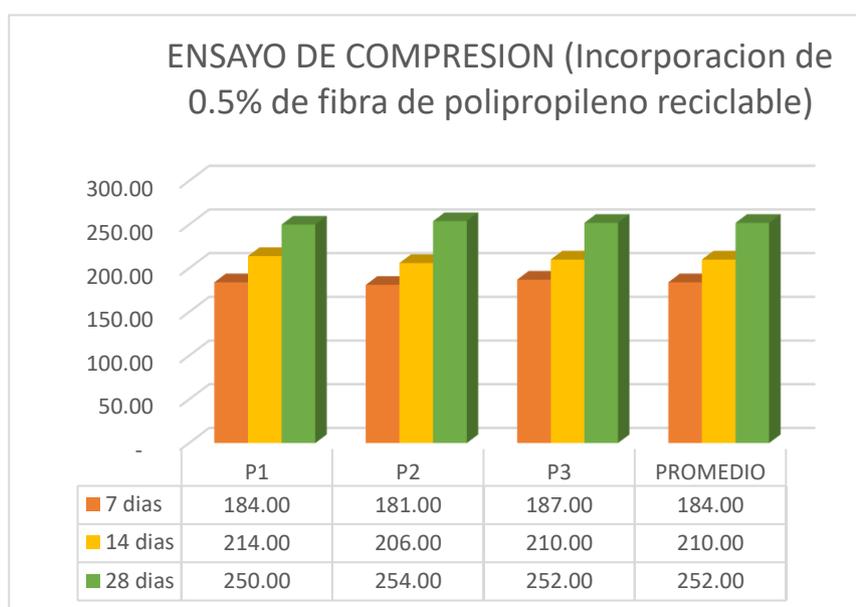


Figura 32. Resultados del ensayo de compresión a 7, 14 y 28 días con la incorporación de fibra de polipropileno reciclable de 0.5%.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. En la gráfica se observan los resultados con las diferentes edades o tiempo de secado de 7, 14 y 28 días, el cual se ha incorporado la fibra de polipropileno reciclable de 0.5 %, de manera que se ve un 3.33% de aumento de las probetas patrón, esto quiere decir que al incorporar de fibra de PP reciclable de 0.5%, nos indica un mejoramiento a la resistencia a compresión.

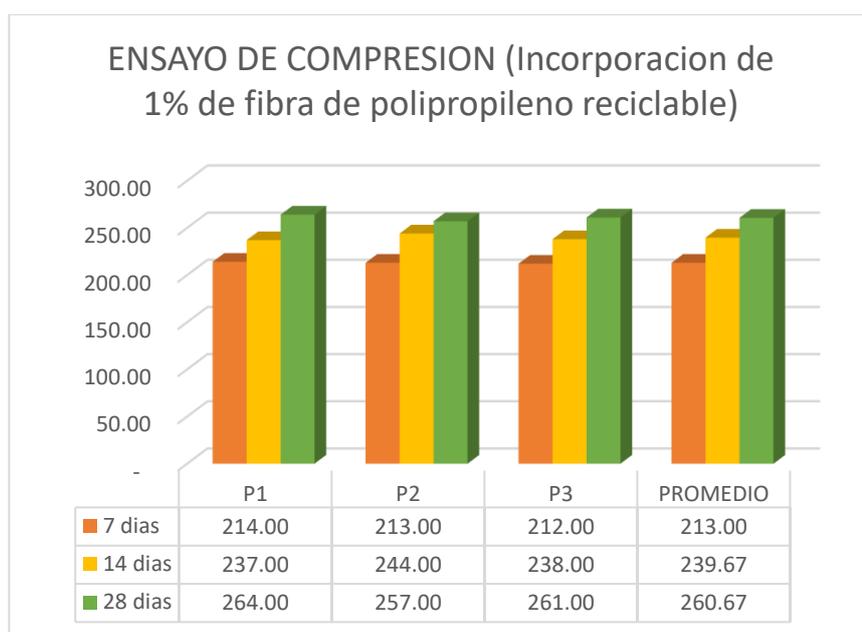


Figura 33. Resultados del ensayo de compresión a 7, 14 y 28 días con el adición de fibra de polipropileno reciclable de 1%.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. En la gráfica podemos observar los resultados con las diferentes edades o tiempo de secado de 7, 14 y 28 días, en la cual se incorporó la fibra de polipropileno reciclable de 1%, de manera que se ve un 14.02% de aumento de las probetas patrón, esto quiere decir que al incorporar fibra de PP reciclable de 1%, nos indica un mejoramiento a la resistencia a compresión.

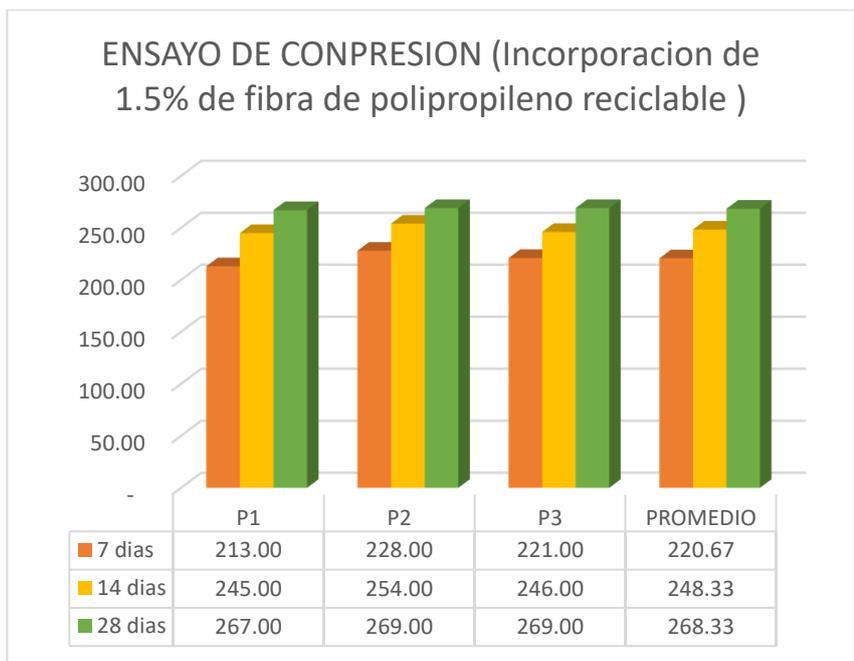


Figura 34. Resultados del ensayo de compresión a 7, 14 y 28 días con la incorporación de fibra de polipropileno de 1.5%.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. En la gráfica podemos observar los resultados con las diferentes edades de 7,14 y 28 días, incorporado la fibra de polipropileno reciclable de 1.5%, de manera que se ve un 17.83% de aumento de las probetas patrón, esto quiere decir que al incorporar fibra de PP reciclable de 1.5%, nos indica un mejoramiento a la resistencia a compresión.

GRAFICA RESUMEN - ENSAYO DE COMPRESION - 7 DIAS, 14 DIAS Y 28 DIAS



■ Series1 ■ Series2 ■ Series3

Figura 35: Grafica de resumen de los ensayos a compresión a las edades de 7 días, 14 días y 28 días, muestras patrón y las muestras con incorporación de fibra de PP reciclable de 0.5% ,1%,1.5%.

Fuente: Propia 2022.

Interpretación. En la gráfica de resumen se observa el diseño de mezcla realizado para la muestra patrón fue el óptimo, de manera que cuando se incorporó la fibra de polipropileno reciclable con las dosificaciones mencionadas líneas arriba, se obtuvo como resultados favorables, ya que al incorporar más fibra los resultados eran aún más favorables, esto nos indica que el adicionamiento de fibra de PP reciclable brinda un mejoramiento de la muestra patrón de un 17.83% de aumento de resistencia a compresión a la vez también que a mayor tiempo de endurecimiento del concreto en este caso a los 28 días mejores son los resultados.

CAPITULO V- DISCUSION

Primer Objetivo: Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la consistencia de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.

Referencia: Armas (2019), en su estudio realizado incorporando fibras de fibras de PP en el ensayo de consistencia con 200 gr/m³, 300gr/m³ y 400gr/m³, para concretos de $f'c= 175, 210$ y 280 kg/cm^2 , obteniendo una disminución notable del 50% para los diseños mencionados, a mayor incremento de dosificación de fibra disminuye la consistencia (trabajabilidad), pero mejora en otras propiedades del concreto.

Obteniendo como resultados: al llevarse a cabo los ensayos de consistencia con la adición de fibra de PP reciclable, para dar un mejor comportamiento de las propiedades del concreto con una dosificación de 0.5%,1% y 1.5%, al añadir la fibra de PP reciclable se tiene como Slump de 0.5% (4.5 slump), 1%(4 slump) y 1.5 (3.5 slump), esto indica que el porcentaje óptimo para no tener dificultades con la consistencia o trabajabilidad es de 0.5%, ya que reduce el 0.05% del slump patrón.

Comparación: mediante diversas investigaciones se demuestra que la incorporación de fibra de polipropileno disminuye considerablemente el ensayo de consistencia que se mide con el cono de Abrams, siendo así que se llegue a presentar algunos casos, necesariamente se utilice aditivo plastificante para poder recuperar la consistencia (trabajabilidad) del hormigón.

Segundo Objetivo. Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la resistencia a la flexión de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.

Referencia: Durand (2021), hace mención que en su investigación incorporó fibra de polipropileno con dosificaciones de 0.1%,0.2% con los 28 días de endurecimiento, para un concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, obteniendo un mejoramiento de la resistencia a la flexión de un 7.25 % y 0.20%.

Obteniendo como resultados: las fibras de polipropileno reciclable presenta beneficios benéficos, donde brinda un incremento en la resistencia a la flexión, siendo de gran importancia para el sector de la construcción, a la vez reutilizando los plásticos y con el cuidado del medio ambiente, de manera que el adiconamiento de la fibra de PP reciclable en 0.5 % (2%), 1% (3%) y 1.5% (- 14%), proporcionando resultados favorables los porcentajes optados para este proyecto de investigación siendo el que aumenta 1%, que aumenta la resistencia a flexión en un 3% del ensayo patrón.

Comparación. Con la fibra de polipropileno reciclable se obtuvieron resultados que aumenta la resistencia a la flexión, reflejándose en los datos adquiridos en el laboratorio por medio de los ensayos a flexión (vigas), por otra parte, con las dosificaciones realizadas aumento progresivamente la resistencia a flexión, ya que se pudo identificar el óptimo, teniendo resultados similares a la referencia descrita líneas arriba.

Tercer Objetivo. Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión de las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² - Lima 2022.

Referencia. Sanes (2017), Menciona que el estudio realizado con la incorporación de fibra de PP, con dosificaciones de 1% y 2%, aumentando la resistencia a la compresión hasta un 15% del testigo patrón.

Obteniendo como resultados: Los estudios realizados en esta investigación, el concreto en la actualidad aún sigue presentando agrietamientos, es por ello se incorporó las fibras de polipropileno reciclable en 0.5%,1% y 1.5%, de manera que los resultados fueron ascendentes a los 28 días de ensayo a compresión, donde 0.5% (3.33 %), 1% (14.02%) y 1.05% (17.83%), respecto a la muestra patrón, siendo el porcentaje de 1.5% el que aumento la resistencia a compresión a un 17.83%.

Comparación. Con las fibras de PP reciclable se obtuvieron resultados favorables al aumento de la resistencia a la compresión, mediante los ensayos realizados en el laboratorio y a la vez por los datos obtenidos, ya que con estos datos se llegó a verificar el aumento progresivo de cada muestra sometida a compresión, así mismo el de mayor porcentaje de fibra siendo el óptimo y teniendo resultados similares a la referencia.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

“Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto $f'c= 210$ kg/cm² al incorporar fibra de polipropileno- Lima 2022”.

Objetivo General. Se estimo que la incorporación de fibras de PP reciclable mejoran las propiedades del concreto teniendo como evidencia: 1 respecto a la consistencia del concreto hace que disminuya a mayor dosificación de incorporación de fibra de PP reciclable. 2 por otra aumenta la resistencia a la flexión, solo podemos considerar dos dosificaciones, ya que la tercera disminuye la resistencia a flexión. 3 así mismo podemos afirmar que el aumento de resistencia a compresión es notable con las tres dosificaciones escogidas, siendo de 1.5% la que brinda mejores resultados.

Primer objetivo específico. Se estableció la dependencia de los porcentajes de dosificaciones de fibra de polipropileno reciclable en los ensayos de consistencia realizando el diseño patrón y con la incorporación de 0.5 %,1% y 1.5% de fibra de PP reciclable, de manera que disminuye la consistencia al incorporar mayor fibra **de** 4.5 pulg, 4 pulg y 3.5 pulg, respectivamente a los porcentajes mencionados, por ende se tiene que utilizar un aditivo plastificante para poder obtener la consistencia adecuada según el $f'c$ del concreto y la NTP.

Segundo objetivo específico. Se estableció la dependencia de los porcentajes de dosificaciones de fibra de polipropileno reciclable en los ensayos de flexión realizando el diseño patrón y con la incorporación de 0.5 %,1% y 1.5% de fibra de PP reciclable, de manera que aumento 2 % y 3% respectivamente a la muestra patrón, a la vez hacer mención que la incorporación de 1.5% de fibra de polipropileno reciclable, hizo una disminución notable de 14% respecto a la muestra patrón, eso indica que las dosificaciones óptimas para este ensayo son de 0.5% y 1%, dando resultados favorables.

Tercer objetivo específico. Se estableció la dependencia de los porcentajes de dosificaciones de fibra de polipropileno reciclable en los

ensayos de resistencia a compresión realizando el diseño patrón y con la incorporación de 0.5 %,1% y 1.5% de fibra de PP reciclable, de manera que en este ensayo los resultados fueron más notorios y favorables dando un aumento de resistencia a compresión de 17.83% referente al patrón.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

Recomendación para el primer objetivo específico. Los estudios realizados en la presente investigación se verificó que al realizar los ensayos de consistencia (trabajabilidad), incorporando fibras de PP reciclable con dosificaciones de 0.5%, 1% y 1.5% en relación por m³ de concreto, se determinó que al incorporar la fibra disminuye la consistencia en 1.5% del patrón, esto nos indica que para una futura investigación se recomienda disminuir los porcentajes elegidos líneas arriba.

Recomendación para el segundo objetivo específico. Los estudios realizados en la presente investigación se verificó que, al realizar los ensayos de resistencia a flexión, incorporando fibras de PP reciclable con dosificaciones de 0.5%, 1% y 1.5% en relación por m³ de concreto, se determinó que al incorporar la fibra aumenta la resistencia en un 2 % y 3% a la muestra patrón, así mismo al incorporar 1.5% de fibra disminuye la resistencia a flexión, lo cual se recomienda optar por una dosificación menor a 1.5%, para futuras investigaciones.

Recomendación para el tercer objetivo específico. Los estudios realizados en la presente investigación se verificó que, al realizar los ensayos de resistencia a compresión, incorporando fibras de PP reciclable con dosificaciones de 0.5%, 1% y 1.5% en relación por m³ de concreto, se determinó que al incorporar la fibra aumenta la resistencia a compresión, teniendo como resultados ascendentes donde con el 0.5% (3.33 %), 1% (14.02%) y 1.05% (17.83%), lo cual se recomienda para futuras investigaciones aumentar el porcentaje de dosificaciones 1.5%, ya que para esta presente investigación cumplió según la NTP 339.604

REFERENCIAS

ISIDRO, Guillermo. Influencia de las Fibras de Polipropileno en las propiedades del Concreto $f'c=210$ kg/cm². Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 229pp.

RUIZ, Jabier. Influencia de la Adición de Fibra de Polipropileno en Concreto $f'c= 280$ kg/cm² para Pavimento, Calle “Puente”, Distrito de Morropón-Piura. Universidad Cesar Vallejo, 2021. 85pp.

INGA, Johan y OCAÑA, Engels. Análisis sísmico de vivienda multifamiliar de concreto $f'c =210$ Kg/cm² añadiendo fibra de vidrio como fibra de polipropileno, Chorrillos. Universidad Cesar Vallejo,2020. 89pp.

CORDOVA, Karen y CRUZ, Lesly. Uso de la fibra de polipropileno como material de refuerzo y su influencia en el pavimento rígido de AA.HH. San Sebastián del Distrito 26 octubre – Piura. Universidad Cesar Vallejo,2020 45pp.

SANES, Daniel. influencia de microfibras de polipropileno y micro sílice en la resistencia de concretos de 4000 y 3000 psi. Universidad Tecnológica de Bolívar.2017. 106pp.

GARCIA, Ángel y HERNANDEZ, Wilmer. estudio del efecto en las propiedades mecánicas del concreto simple reforzado con fibras de tereftalato de polietileno (pet) y polipropileno (pp). Universidad de Córdoba. 2017.156pp.

LINDAO, Kenia y ROMERO, Ana. incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un hormigón para pavimento rígido $f'c = 350$ kg/cm². Universidad de Guayaquil. 2018. 94pp.

ARMAS, Cesar. Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico [en línea]. Chiclayo. Artículo, VOL 3, N° 2. 13pp.20 de Setiembre 2016.

MILIND, Mohod. Performance of polypropylene fibre reinforced concrete [en Linea]. India, Articulo, VOL 12, N° 1. 9pp. 22de junio del 2016.

EXPERIMENTAL, Mechanical characterization of Steel and polypropylene fiber reinforced concrete. MEZA, Alejandro. [et al]. Alvarado: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 37 (2) : 10, 30 mayo 2022.

HUMBERTO, Guillermo [et al.]. Resistencia a la compresión de hormigones reforzados con fibra de polipropileno 2021, Urbano [en línea] diciembre 2021. N°2,[Lima]. [Consultado 5 de septiembre del 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/libros%20nacionales/libros%20%20otro%20idioma%20o%20esp%20articulos/art.obando%202021%20%20%2025.pdf>.

VÁSQUEZ, Édison. Comportamiento en compresión y tensión del concreto hidráulico simple reforzado con fibras de polipropileno para obras de edificaciones 2020 [en línea].Lima: 2020.[Consultado 20 de setiembre del 2022].Disponible en: <file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/libros%20nacionales/libros%20%20otro%20idioma%20o%20esp%20articulos/vasquez2020%20articulo%20%20%20%2026.pdf>.

CARHUAPOMA, Wilmer. Efectos de las fibras de polipropileno para concretos de resistencia a la compresión de 210 kg/cm² y 280 kg/cm² . [en línea]. Cochamarca- Pasco. Publicado en 2018, Universidad Nacional Alcides Carrión. [Consultado 10 de setiembre del 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/libros%20nacionales/carhuapoma%2013.pdf>.

CABARCAS Ibeth y Gamarra J. Mejoramiento del Módulo de rotura del concreto hidráulico para pavimentos, empleando agregados pétreos locales y fibras de sintéticas de PP y Polietileno. [en línea]. Colombia: publicado 2018 [Universidad de Cartagena]. [Consultado setiembre 14 del 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/lbros%20%20internacionales/Cabarcas%20%20Gamarra%20%20COLOMBIA%2028.pdf>.

IVALA, Carlos. Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 245 kg/cm^2 en la ciudad de Huancayo 2018. Huancayo, Universidad Continental. [Consultado octubre 15 del 2022]. Disponible en: file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/libros%20nacionales/Ivala_Espinoza_%2015.pdf.

SILUPO, Hussein y Saldaña, J. "efectos de las fibras de polipropileno sobre las propiedades físico mecánicas de un concreto convencional para pavimentos rígidos utilizando cemento qhuna, Trujillo - la libertad 2018". Lima, Universidad Privada del Norte. [Consultado en octubre 9 del 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/libros%20nacionales/Silupu%20Tello%20Hussein%20Jose%20-%2030.pdf>.

CABARCAS, Ibeth y Gamarra, J. Mejoramiento del Módulo de rotura del concreto hidráulico para pavimentos, empleando agregados pétreos locales y fibras de sintéticas de PP y Polietileno. [en línea]. Colombia: publicado 2018[Universidad de Cartagena]. [Consultado setiembre 14 del 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/libros%20internacionales/Cabarcas%20%20Gamarra%20%20COLOMBIA%2028.pdf>.

SÁNCHEZ, kenny . Variación de las propiedades del concreto endurecido causado por la incorporación de fibra de polipropileno, Lima – 2017. Tesis (ingeniero civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería, 2017. 110 pp.

CHAMPOÑAN, José y Quispe, J. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el a.a.h.h Villamaría-nuevo Chimbote". Tesis (Ing. Civil.) Chimbote, Universidad Nacional de Santa. Facultad de ingeniería, 2017. 214 pp.

PACHECO, Luis. Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Tesis (ingeniero civil) Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, 2017.60 pp.

GARCÍA, Carlos y Córdova, K . “Evaluación del concreto permeable con incorporación de fibra de polipropileno para pavimento de tránsito ligero – Ucayali”. Tesis (ingeniero civil) Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, 2021.163pp.

BECERRA, Daniel y Delgado, E. “Diseño de concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ con fibras de polipropileno para una edificación de 5 pisos, Tarapoto 2019”. Tesis (ingeniero civil) Tarapoto, Universidad Cesar Vallejo. 112 pp.

INGA, J y Ocaña, E. Análisis sísmico de vivienda multifamiliar de concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ añadiendo fibra de vidrio como fibra de polipropileno, Chorrillos, 2020.Tesis (ingeniero civil) Lima, Universidad Cesar Vallejo,2020. 89pp.

SÁNCHEZ, kenny . Variación de las propiedades del concreto endurecido causado por la incorporación de fibra de polipropileno, Lima – 2017.Tesis (ingeniero civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería, 2017. 110 pp.

BECERRA, Daniel y Delgado, E. “Diseño de concreto $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ con fibras de polipropileno para una edificación de 5 pisos, Tarapoto 2019”. Tesis (ingeniero civil) Tarapoto, Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería, 2019. 168 pp.

CORDOVA, Karen y Cruz, L. Uso de la fibra de polipropileno como material de refuerzo y su influencia en el pavimento rígido de AA.HH. San Sebastián del Distrito 26 octubre – Piura. Tesis (ingeniero civil) Universidad Cesar Vallejo,2020. 45pp.

GUTIERREZ, Anthony y Jauregui, J. “Incorporación de fibras sintéticas de polipropileno en el diseño de concreto para el pavimento rígido, Avenida Los Laureles, Lurigancho, 2019”. Tesis (Ingeniero civil) Lima, Universidad Cesar Vallejo, 2019. 197 pp.

RUIZ, Jabier. Influencia de la Adición de Fibra de Polipropileno en Concreto $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ para Pavimento, Calle “Puente”, Distrito de Morropón-Piura. Tesis (ingeniero civil) Universidad Cesar Vallejo, 2021. 85pp.

MENDIZABAL, Luis. "Fibra de polipropileno y las variaciones de las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ". Tesis (ingeniero civil) Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2019. 108 p.

SÁNCHEZ, kenny . Variación de las propiedades del concreto endurecido causado por la incorporación de fibra de polipropileno, Lima – 2017. Tesis (ingeniero civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería, 2017. 110 pp.

DURAND, Gloria. Adición de fibra de polipropileno reciclada de un saco de arroz para incrementar la resistencia a flexión evaluando en primas de concreto de 210 kg/cm^2 según la NTP 339.078, Lima 2021. Lima Universidad Privada del Norte.

CORDOVA, Karen y Cruz, L. Uso de la fibra de polipropileno como material de refuerzo y su influencia en el pavimento rígido de AA.HH. San Sebastián del Distrito 26 octubre – Piura. Tesis (ingeniero civil) Universidad Cesar Vallejo, 2020. 45pp.

IVALA, Carlos. Estudio de la fibra sintética de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 245 kg/cm^2 en la ciudad de Huancayo 2018. Huancayo, Universidad Continental. [Consultado octubre 22 del 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/libros%20nacionales/lvala Espinoza %202015.pdf](file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/libros%20nacionales/lvala_Espinoza_%202015.pdf).

ROJAS, Letty. Estudio de viabilidad de utilización de fibras de acero para hormigones convencionales y autocompactantes (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya 2014). [Consultado setiembre 9 del 2022]: Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/20967>

CAÑÓN, Lorena Y Aldana, F. *Estudio Comparativo De La Resistencia A La Compresión De Concreto Con Fibras De Polipropileno Sikafiber® Ad De Sika Y Toc Fibra500 De Toxement* [en línea] Bogota: Universidad distrital francisco José de caldas, 2017 [Consultado setiembre 5 del 2022]: Disponible en: <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/4988>

MENDIZABAL, Luis. "Fibra de polipropileno y las variaciones de las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ". Tesis (ingeniero civil) Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2019. 108 p.

MILIND, Mohod. . *Performance of polypropylene fibre reinforced concrete* [en Linea]. India, Articulo, VOL 12, N° 1. 9pp. 22de junio del 2016.

ARRÉS, Lorena. Análisis Experimental de la Mejora de Adherencia de las Fibras Poliméricas en Micro Hormigones Auto compactes. Escuela Técnica Superior Ingeniería de Edificación [en línea]. s.f. [consultado Octubre 4 del 2022]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34279/ANÁLISIS%20EXPERIMENTAL%20DE%20LA%20MEJORA%20DE%20ADHERENCIA%20DE%20LAS%20FIBRAS.pdf?sequence=1>.

DURAND, Gloria. Adición de fibra de polipropileno reciclada de un saco de arroz para incrementar la resistencia a flexión evaluando en primas de concreto de 210 kg/cm^2 según la NTP 339.078, Lima 2021. Lima Universidad Privada del Norte.

IVALA, Carlos . Estudio de la fibra sitetica de polipropileno en las fisuras por retracción plástica de losas aligeradas de concreto con resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y 245 kg/cm^2 en la ciudad de Huancayo 2018. Huancayo, Universidad Continental. [Consultado octubre 15 del 2022]. Disponible en: file:///C:/Users/DELL/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION/LIBROS%20DE%20PI/libros%20nacionales/Ivala_Espinoza_%202015.pdf.

REFERENCIAS	40
60% ULTIMOS AÑOS	24
30% LIBROS	12
25% EN INGLES	10

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

TITULO

Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar fibra de polipropileno- Lima 2022.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
INDEPENDIENTE		Como ingresa			
FIBRA DE POLIPROPILENO	<p>Según Sánchez (2017), define la fibra de PP que es un polímero de hidrocarburo sintético que resulta de la refinación de petróleo. Las fibras de PP están constituidas de las fibras sintéticas para utilizarlo como un refuerzo del concreto y lo podemos identificar con la siguiente abreviatura SNFRC (Synthetic Fiber Reinforced Concrete), lo cual las diferentes variedades que se han utilizado en matrices de concreto de cemento portland lo mencionamos a continuación: Arcilico, carbono, nylon, poliéster, polietileno y PP.18 (p.32)</p>	<p>La dosificación de la fibra de Polipropileno reciclable será de 0.5%, 1%, 1.5% respecto al peso del cemento, que al mezclarse con el concreto puede reducir el agrietamiento, aumentar su resistencia a la compresión, flexión y consistencia.</p>	DOSIFICACIÓN Por peso de Cemento	0.5 %	RAZON
				1%	
				1.5%	
DEPENDIENTE		Que efecto			
PROPIEDADES DEL CONCRETO	<p>Según Ruiz (2021), el concreto es esencial de la mezcla de dos agregados: áridos y masilla. Al realizar la mezcla del cemento portland y agua, a la vez añadiendo los agregados, los cuales son arena gruesa y piedra chancada, generando una masa idéntica a una roca. Esto se debe a la resistencia del cemento por la reacción química que contiene.19 (p.14)</p> <p>Por otro lado, según Pacheco (2017), menciona que: gran parte de las propiedades del concreto se completa totalmente en estado endurecido y están relacionadas a sus características en estado plástico, principalmente desde el momento que se realiza la mezcla hasta el periodo de conformación.20(p.12)</p>	<p>Al concreto se le adicionara la fibra de PP reciclable en proporciones de 0.5%, 1%, 1.5%, con respecto al peso del cemento de tal manera que lleguemos a una dosificación correcta para el diseño de la mezcla, se realizo ensayos a los 7, 14 y 28 días y por cada diseño se realizaron 3 muestras, resultando un total de 36 probetas cilíndricas para la resistencia a compresión, para resistencia a flexión se hará 12 viga prismáticas, de modo que todas estas probetas fueron analizadas en un laboratorio</p>	PROPIEDADES MECANICAS	Resistencia a la Compresión (Kg/cm2)	RAZON
				Resistencia a la Flexion (Kg/cm2)	RAZON
				Ensayo de consistencia (Slump)	RAZON

ANEXOS 1. MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

ANEXO 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TITULO	Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar fibra de polipropileno- Lima 2022.						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE				METODOLOGIA
							Metodos: Cientifico
¿De que manera influye en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar fibra de polipropileno- Lima 2022.?	Evaluar la influencia de la fibra de polipropileno en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.	El adicionamiento de fibra de polipropileno mejorará las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.	fibra de polipropileno reciclable	DOSIFICACIÓN	0.5 %	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	Tipo de Investigacion: tipo Aplicada
				Por Peso de Cemento	1%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	Nivel de Investigacion: EXPLICATIVA (causa efecto)
					1.5 %	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A	Diseño de Investigacion:Experimental(cuasi)
P. Especifico	O. Especifico	H. Especifico	DEPENDIENTE				Enfoque:
• ¿Cuánto influye las fibras de polipropileno en la consistencia y en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ -Lima 2022?	Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la consistencia de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.	El adicionamiento de la fibra de polipropileno aumenta la consistencia en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.			Resistencia a la Compresion	Ficha Resultado de Laboratorio según NTP 339.127 Anexo 4-B	cuantitativo
					(%)		Poblacion:
• ¿Cuánto influye la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión y en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ -Lima 2022?	Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la resistencia a la flexión de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022	• El adicionamiento de la fibra de polipropileno aumenta la resistencia a la flexión en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.	PROPIEDADES del concreto	PROPIEDADES FÍSICAS	Resistencia a la Flexion	Ficha Resultado de Según NTP 399.129 Anexo 4-C	Todas las muestras ensayo de laboratorio
				MECANICAS	(%)		Muestra:
• ¿Cuánto influye la fibra de polipropileno en la resistencia a la flexión y en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022?	Determinar la influencia de la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresion de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022	El adicionamiento de la fibra de polipropileno aumenta la resistencia a la compresión en las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ - Lima 2022.			Ensayo de consistencia	Ficha Resultado de Según NTP 339.153 Anexo 4-D	36 muestras resistencia a compresion 12 muestras resistencia a flexion 4 muetas de consistencia SLUMP
					(Kg/cm2)		Muestreo:
							no probabilistico
							Tecnica:
							Observacion directa
							Instrumentos de la investigacion:
							Ficha de recoleccion de datos Ficha de resultados de laboratorio Según NTP-ASTM



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: fibra de Polipropileno

"Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto $f'_{c} = 210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar fibra de polipropileno- Lima 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Huamán Díaz José Renan

Fecha: Lima, agosto del 2022.

VARIABLE INDEP 1: Fibras de Polipropileno

0.5 %	Fibra de polipropileno
1 %	Fibra de polipropileno
1.5 %	Fibra de polipropileno

(tesis García y Hernández 0.5%, 1% y 2%) añadiendo fibra de PP.

VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades del concreto

Ok	Resistencia a la Compresión
ok	Resistencia a la Flexión
ok	Ensayo de consistencia

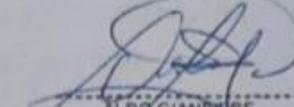
Tesis (Sánchez, 2017) Laboratorio de resistencia a Compresión, Flexión y ensayo de consistencia (SLUMP) |

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: HUANAN ESPINOZA
Nombres: ALDO GIANPIERE
Título: ING. CIVIL
Grado:
N° Reg. CIP: 216881

Observaciones:
.....

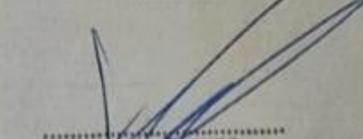
Firma / CIP


ALDO GIANPIERE
HUAMAN ESPINOZA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 216881

Apellidos: Vasquez Rodriguez
Nombres: Jose Alberto
Título: Ing. Civil
Grado:
N° Reg. CIP: 245334

Observaciones:
.....

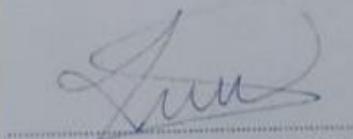
Firma / CIP


JOSE ALBERTO
VASQUEZ RODRIGUEZ
Ingeniero Civil
CIP N° 245334

Apellidos: Guillermo Oliver
Nombres: Leon Polo
Título: Ing: Civil
Grado:
N° Reg. CIP: 277112 -T

Observaciones:
.....

Firma / CIP

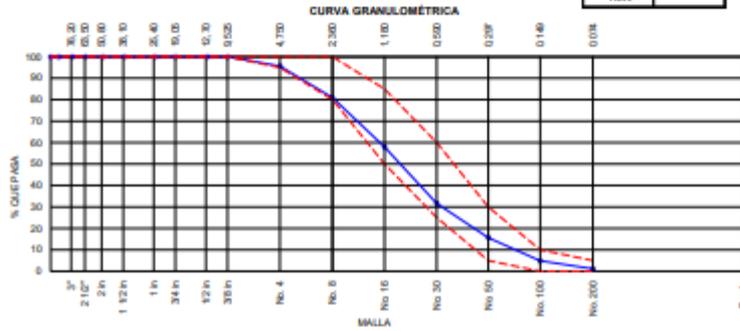

GUILLERMO OLIVER LEON POLO
Ingenieria Civil
CIP N° 277112-T

ANEXO 3. Análisis granulométrico del agregado fino

	INFORME		Código	AS-PO-02
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136		Versión	01
			Fecha	07-09-2018
			Página	1 de 1
Proyecto : Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm2 al incorporar fibra de polipropileno - Lima 2022 Solicitante : Huaman Diaz Jose Renan Cliente : Huaman Diaz Jose Renan Ubicación de Proyecto : Lima Material : Agregado Fino Código de Muestra : --- Procedencia : --- N° de Muestra : --- Progresiva : ---	Registro N° : L22-149-02 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : R. Leyva Fecha de Ensayo : 26/09/2022 Turno : Diurno			

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in	100.00 mm						
3 1/2 in	90.00 mm						
3 in	75.00 mm						
2 1/2 in	63.00 mm						
2 in	50.00 mm						
1 1/2 in	37.50 mm						
1 in	25.00 mm						
3/4 in	19.00 mm						
1/2 in	12.50 mm						
3/8 in	9.50 mm				100.00	100.00	100.00
No. 4	4.75 mm	24.1	4.32	4.32	95.68	95.00	100.00
No. 8	2.36 mm	82.6	14.80	19.11	80.89	80.00	100.00
No. 16	1.18 mm	128.0	22.92	42.03	57.97	50.00	85.00
No. 30	600 µm	147.0	26.32	68.35	31.65	25.00	60.00
No. 50	300 µm	89.2	15.98	84.33	15.67	5.00	30.00
No. 100	150 µm	60.4	10.81	95.14	4.86	0.00	10.00
No. 200	75 µm	20.6	3.69	98.83	1.17		
= No. 200	= No. 200	6.6	1.17	100.00	0.00		
						MF	3.13
						TMN	---

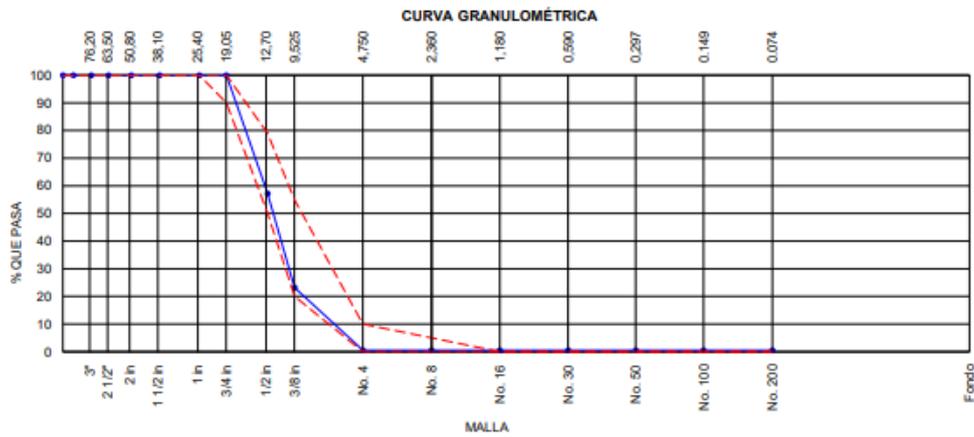


Anexo 4. Análisis granulométrico del agregado grueso. HUSO # 67

Proyecto	: Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm2 al incorporar fibra de polipropileno - Lima 2022	Registro N°:	L22-149-03
Solicitante	: Huaman Diaz Jose Renan	Muestreado por :	Solicitante
Cliente	: Huaman Diaz Jose Renan	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: Lima	Fecha de Ensayo :	26/09/2022
Material	: Agregado Grueso	Turno :	Diumo
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 67

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm					100.00	100.00
3 in	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm					100.00	100.00
2 in	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4 in	19.00 mm				100.00	90.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	1799.0	42.81	42.81	57.19	50.00	79.00
3/8 in	9.50 mm	1427.9	33.98	76.79	23.21	20.00	55.00
No. 4	4.75 mm	952.5	22.67	99.46	0.54	0.00	10.00
No. 8	2.36 mm					0.00	5.00
No. 16	1.18 mm						
No. 30	600 µm						
No. 50	300 µm						
No. 100	150 µm						
No. 200	75 µm						
< No. 200	< No. 200	22.6	0.54	100.00	0.00	-	-
						MF	6.74
						TMN	1/2"



ANEXO 5. Diseño de mezcla de la muestra Patrón.

	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	01
		Fecha	30-09-2019
		Página	1 de 1

Proyecto : Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm2 al incorporar fibra de polipropileno - Lima 2022	REGISTRO N°: L22-149-08 REALIZADO POR : R. Leyva REVISADO POR : D. López FECHA DE ELABORACIÓN : 29/09/2022
Solicitante : Huaman Diaz Jose Renan Atención : Huaman Diaz Jose Renan Ubicación de Proyecto : Lima	
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : --- Cemento : Cemento Sol	Fc de diseño: 210 kg/cm2 Asentamiento: 6" a 7" Código de mezcla: PATRÓN

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F'cr = 294	5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento 444 kg ≈ 10.5 Bolsas x m³ Cementante = 444 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.54	6. ADITIVO No aplica
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 240 L	7. FIBRAS Fibra de polipropileno 0.00 kg
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 2.5%	8. ADICIONES No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U.S.	P.U.C.	TMN
Cemento Sol	3110 kg/m3	0.1429 m3						
Agua	1000 kg/m3	0.2400 m3						
Aire atrapado ≈ 2.5%	---	0.0250 m3						
Agregado grueso	2867 kg/m3	0.2768 m3	0.2%	0.8%	6.74	1442	1535	1/2"
Agregado fino	2645 kg/m3	0.3153 m3	2.5%	1.9%	3.13	1664	1859	---
Volumen de pasta		0.4079 m3						
Volumen de agregados		0.5921 m3						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso 46.8% ≈ 0.2768 m3 ≈ 794 kg Agregado fino 53.2% ≈ 0.3153 m3 ≈ 834 kg	14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO SECO</th> <th>PESO HÚMEDO</th> <th>1.000 m3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol</td> <td>444 kg</td> <td>444 kg</td> <td>444 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>240 L</td> <td>239 L</td> <td>239 kg</td> </tr> <tr> <td>Fibra de polipropileno</td> <td>0 kg</td> <td>0 kg</td> <td>0 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>794 kg</td> <td>795 kg</td> <td>795 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>834 kg</td> <td>855 kg</td> <td>855 kg</td> </tr> <tr> <td></td> <td>PUT</td> <td>2334 kg</td> <td>2334 kg</td> </tr> </tbody> </table>	COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	1.000 m3	Cemento Sol	444 kg	444 kg	444 kg	Agua	240 L	239 L	239 kg	Fibra de polipropileno	0 kg	0 kg	0 kg	Agregado grueso	794 kg	795 kg	795 kg	Agregado fino	834 kg	855 kg	855 kg		PUT	2334 kg	2334 kg
COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	1.000 m3																										
Cemento Sol	444 kg	444 kg	444 kg																										
Agua	240 L	239 L	239 kg																										
Fibra de polipropileno	0 kg	0 kg	0 kg																										
Agregado grueso	794 kg	795 kg	795 kg																										
Agregado fino	834 kg	855 kg	855 kg																										
	PUT	2334 kg	2334 kg																										

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 795 kg Agregado fino 855 kg	15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA <div style="text-align: right; margin-bottom: 5px;">0.059 m3</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 5px;"> <thead> <tr> <th>COMPONENTE</th> <th>PESO HÚMEDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cemento Sol</td> <td>26.22 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>14.11 kg</td> </tr> <tr> <td>Fibra de polipropileno</td> <td>0.00 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>46.93 kg</td> </tr> <tr> <td>Agregado fino</td> <td>50.43 kg</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Slump obtenido pulg.</td> <td style="text-align: center;">5"</td> </tr> <tr> <td>Temperatura °C</td> <td style="text-align: center;">20.8°C</td> </tr> </table>	COMPONENTE	PESO HÚMEDO	Cemento Sol	26.22 kg	Agua	14.11 kg	Fibra de polipropileno	0.00 kg	Agregado grueso	46.93 kg	Agregado fino	50.43 kg	Slump obtenido pulg.	5"	Temperatura °C	20.8°C
COMPONENTE	PESO HÚMEDO																
Cemento Sol	26.22 kg																
Agua	14.11 kg																
Fibra de polipropileno	0.00 kg																
Agregado grueso	46.93 kg																
Agregado fino	50.43 kg																
Slump obtenido pulg.	5"																
Temperatura °C	20.8°C																

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
 Agua 239 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
 CEM A.F. A.G. AGUA F. Poliorcoileno
 : 1 : 1.7 : 1.9 : 22.9 L #####

OBSERVACIONES

ANEXO 6. DISEÑO DE MEZCLA CON LA INCORPORACION DE LA FIBRA DE POLIPROPILENO RECICLABLE

	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	01
		Fecha	30-09-2019
		Página	1 de 1
Proyecto : Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto f'c = 210 kg/cm2 al incorporar fibra de polipropileno - Lima 2022 Solicitante : Huaman Diaz Jose Renan Atención : Huaman Diaz Jose Renan Ubicación de Proyecto : Lima		REGISTRO N°: L22-149-09 REALIZADO POR : R. Leyva REVISADO POR : D. López FECHA DE ELABORACIÓN : 5/10/2022	
Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Procedencia : --- Cemento : Cemento Sol		Fc de diseño: 210 kg/cm2 Asentamiento: 6" a 7" Código de mezcla: 0.5% F. de Polipropileno	

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

f'cr = 294

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento 444 kg = 10.5 Bolsas x m³ Cementante = 444 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c = 0.54

6. ADITIVO

No aplica

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 240 L

7. FIBRAS

Fibra de polipropileno 1.6 kg

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.5%

8. ADICIONES

No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO							
Cemento Sol	3110 kg/m3	0.1429 m3							
Agua	1000 kg/m3	0.2400 m3							
Aire atrapado = 2.5%	---	0.0250 m3	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U.S.	P.U.C.	TMN	
Agregado grueso	2967 kg/m3	0.2768 m3	0.2%	0.8%	6.74	1442	1535	1/2"	
Agregado fino	2645 kg/m3	0.3153 m3	2.5%	1.9%	3.13	1664	1859	---	
Volumen de pasta		0.4079 m3							
Volumen de agregados		0.5921 m3							

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 46.8% = 0.2768 m3 = 794 kg
 Agregado fino 53.2% = 0.3153 m3 = 834 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO	0.995 m3
Cemento Sol	444 kg	444 kg	442 kg
Agua	240 L	239 L	238 kg
Fibra de polipropileno	0.00 kg	0.00 kg	1.60 kg
Agregado grueso	794 kg	795 kg	792 kg
Agregado fino	834 kg	855 kg	850 kg
	PUT	2334 kg	2324 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 795 kg
 Agregado fino 855 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 239 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. AGUA F. Alambre
 : 1 : 1.7 : 1.9 : 22.9 L : 0.1

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Sol	26.09 kg
Agua	14.04 kg
Fibra de polipropileno	94.5 g
Agregado grueso	46.70 kg
Agregado fino	50.18 kg
Slump obtenido pulg.	4 1/2"
Temperatura °C	22.2 °C

ANEXO 7. CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE CADA EQUIPO UTILIZADO EN ESTA INVESTIGACION.

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-017**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-0085-2021

Fecha de Emisión: 2021-10-11

Orden de trabajo: 0441-00

Expediente: 0743

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Dirección : Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da etapa; San Martín de Porres, Lima, Lima

2. INSTRUMENTO : PIE DE REY

Tipo : DIGITAL
 Marca : LIBERMANN
 Serie : 2021072
 Modelo : NO INDICA
 Identificación : ING2021072
 Procedencia : NO INDICA
 Alcance de Indicación : 150 mm
 Resolución : 0,01 mm

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2021-10-04 en el Laboratorio de Longitud de DSI Perú Automation E.I.R.L.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-012 Procedimiento de Calibración de Pie de Rey, quinta edición 2012.

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la calibración son trazables al INACAL-DM:

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Juegos de Bloques Patrón Grado 0	LLA-251-2020
Anillo Patrón Grado 0	LLA-064-2020
Varilla Patrón Grado 0	LLA-024-2021

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

José Luis Panta Abad
 Lic. Ciencias Físicas
 CFP: 0395

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-0085-2021

6. RESULTADOS

	Mínima	Máxima
Temperatura Ambiental (°C)	19,7	19,8
Humedad relativa (% H.R.)	52	53

ERROR DE REFERENCIA INICIAL

Valor Patrón (mm)	Error (µm)
0,00	0

ERROR DE INDICACIÓN DE PIE DE REY PARA MEDICIÓN DE EXTERIORES

Valor Patrón (mm)	Promedio de la Indicación del Pie de Rey (mm)	Error (µm)
0,00	0,00	0
10,00	10,00	0
25,00	25,01	7
50,00	50,00	3
75,00	75,00	3
100,00	100,00	-3
150,00	150,01	7

ERROR DE CONTACTO DE LA SUPERFICIE PARCIAL

Valor Patrón (mm)	Error (E) (µm)
150,00	10

ERROR DE REPETIBILIDAD

Valor Patrón (mm)	Error (R) (µm)
150,00	10



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-0085-2021

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A INTERIORES

Valor Patrón (mm)	Error (S _{ext-int}) (μm)
25,00	3

ERROR DE CAMBIO DE ESCALA DE EXTERIORES A PROFUNDIDAD

Valor Patrón (mm)	Error (S _{ext-pr}) (μm)
25,00	-10

ERROR DE CONTACTO LINEAL

Valor Patrón (mm)	Error (L) (μm)
10,00	10

ERROR DE CONTACTO DE SUPERFICIE COMPLETA

Valor Patrón (mm)	Error (J) (μm)
10,00	0

ERROR DEBIDO A LA DISTANCIA DE CRUCE DE LAS SUPERFICIES DE MEDICIÓN PARA MEDICIÓN DE INTERIORES

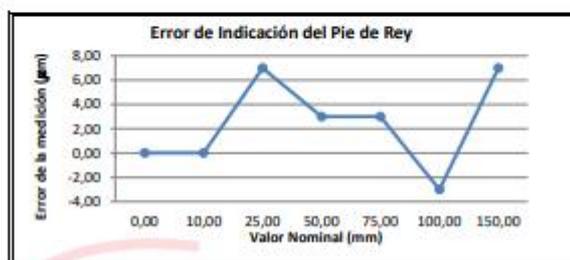
Valor Patrón (mm)	Error (K) (μm)
5,00	10



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-0085-2021

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN Y ERROR DE INDICACIÓN DEL PIE DE REY

INCERTIDUMBRE	$U = (13,81^2 + 0,03^2 \times L^2)^{1/2} \mu\text{m}$
---------------	-------------------------------------------------------



7. OBSERVACIONES

L : Indicación del Pie de Rey expresado 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 a interiores ($S_{e,i}$)

Error de indicación del Pie de Rey para medición de profundidad =

Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad ($S_{e,p}$)

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.

Para la calibración del Pie de Rey se consideró 2 Subdivisiones de Escala.

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k = 2$ para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

Fin del Documento



Fecha: Ene/18
Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 4 de 4

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-018-2022**

Peticionario : INGEOCONTROL SAC

Atención : INGEOCONTROL SAC

Lugar de calibración : Mz. A lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa - San Martín de Porras - Lima.

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : III

Número de serie : No indica Tipo : Electrónica

Código de identificación : LS-07 Procedencia : China

Modelo : No indica

Capacidad máxima : 30000 g

División de escala (d) : 1 g

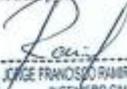
División de verificación (e) : 10 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición

Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas clase F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración M-0306-2021, 02 pesas clase F1 de 2 kg con certificados de calibración M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa clase F1 de 1 Kg con certificado de calibración M-0292-2021, 02 pesas clase F1 de 200 mg con certificados de calibración M-0303-2021, M-0304-2021, 01 pesa clase F1 de 100 mg con certificado de calibración M-0302-2021, 01 pesa clase F1 de 500 mg con certificado de calibración M-0305-2021, 01 pesa clase F1 de 5 kg con certificado de calibración M-0295-2021 y 02 pesas clase F1 de 10 kg con certificados de calibración N° M-0296-2021, M-0297-2021. Con trazabilidad METROIL.

Fecha de calibración : 2022-05-13

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-16	 Vladimir Torres Herre TÉCNICO DE LABORATORIO	 Jorge Francisco Ramirez Japaja INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84388



RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
T. (°C)	19,9	19,9

	Inicial	Final
H. R. (%)	71	71

Medición N°	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000	0,6	4,4	30000	0,7	4,3
2	15000	0,6	4,4	30000	0,7	4,3
3	15000	0,6	4,4	30000	0,7	4,3
4	15000	0,6	4,4	30001	0,7	5,3
5	15000	0,6	4,4	30001	0,7	5,3
6	15000	0,6	4,4	30000	0,8	4,2
7	15001	0,6	5,4	30000	0,8	4,2
8	15000	0,7	4,3	30001	0,8	5,2
9	15000	0,7	4,3	30001	0,8	5,2
10	15001	0,8	5,4	30000	0,7	4,3

$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3
5	4	

Posición de las cargas

	Inicial	Final
T. (°C)	19,9	19,9

	Inicial	Final
H. R. (%)	71	71

Posición de carga	Carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10	10	0,5	4,5	10000	10000	0,7	4,3	-0,2
2	10	10	0,5	4,5	10000	10000	0,7	4,3	-0,2
3	10	10	0,5	4,5	10000	10000	0,7	4,3	-0,2
4	10	10	0,5	4,5	10000	10000	0,7	4,3	-0,2
5	10	10	0,5	4,5	10000	10001	0,7	5,3	0,8

* valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$





ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	19,9	19,9

H. R. (%)	Inicial	Final
	71	71

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,5	4,5	(*)					
200	200	0,5	4,5	0,0	200	0,5	4,5	0,0	10
500	500	0,5	4,5	0,0	500	0,5	4,5	0,0	10
1000	1000	0,6	4,4	-0,1	1000	0,6	4,4	-0,1	10
2000	2000	0,6	4,4	-0,1	2000	0,6	4,4	-0,1	10
5000	5000	0,6	4,4	-0,1	5000	0,6	4,4	-0,1	10
10000	10000	0,6	4,4	-0,1	10000	0,6	4,4	-0,1	20
15000	15000	0,7	4,3	-0,2	15000	0,7	4,3	-0,2	20
20000	20000	0,7	4,3	-0,2	20000	0,7	4,3	-0,2	20
25000	25000	0,7	4,3	-0,2	25001	0,7	5,3	0,8	30
30000	30000	0,7	4,3	-0,2	30000	0,7	4,3	-0,2	30

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,002 + (0,0000036)I$
------------------------------	----------------------------

I = Indicación de la balanza
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza
Ec = Error corregido

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**F-27211-001 R0**

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 6

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	<p>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.</p> <p>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).</p> <p>El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>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).</i></p> <p><i>The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	ELE INTERNACIONAL	
Modelo <i>Model</i>	36 - 0690/06	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	180300131 // 1939-1-10045	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LC-00135	
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	1200 kN	
Solicitante <i>Customer</i>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. A LOTE 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES	
Ciudad <i>City</i>	LIMA - PERÚ	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2022 - 09 - 15	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2022 - 09 - 29	
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 saquen 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. Miguel Andrés Vela Avellaneda
 Metrologo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

F-27211-001 RO

Pág. 2 de 6

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0.1 kN
Resolución	0.1 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 17 % al 83 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	20 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: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.

Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio S _{1, 2 y 3} kN
		S ₁ Ascendente kN	S ₂ Ascendente kN	S ₂ [*] No Aplica ----	S ₃ Ascendente kN	S ₄ No Aplica ----	
17	200,0	199,92	199,96	----	199,90	----	199,93
25	300,0	301,31	301,20	----	300,98	----	301,16
33	400,0	399,57	399,64	----	400,04	----	399,75
42	500,0	501,36	501,79	----	501,45	----	501,53
50	600,0	602,49	603,02	----	601,99	----	602,50
58	700,0	703,36	704,08	----	703,79	----	703,74
67	800,0	803,65	803,91	----	804,01	----	803,86
75	900,0	903,86	904,06	----	904,25	----	904,06
83	995,0	997,81	997,25	----	997,08	----	997,38

LM-PC-05-F-01 R12.6

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co



LABORATORIO DE METROLOGÍA

ISO/IEC 17025:2017
 11-LAC-064

F-27211-001 R0

Pág. 3 de 5

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 2.

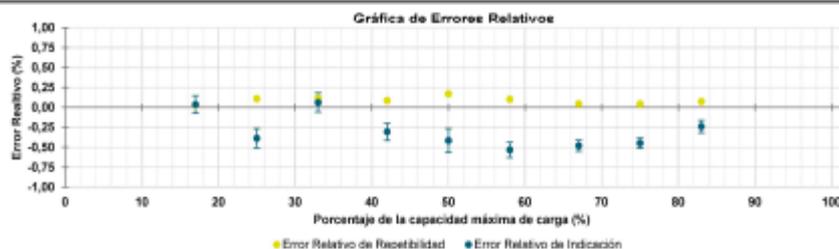
Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,21}$ %	$f_{0,32}$ %	$f_{0,37}$ %	$f_{0,53}$ %	$f_{0,54}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Indicación	Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		k	$p = 95\%$
		Repetibilidad	Reversibilidad			U	%		
%	kN	a %	b %	v %	a %	kN	%	-----	-----
17	200,0	0,04	0,03	----	0,050	0,22	0,11	2,01	
25	300,0	-0,39	0,11	----	0,033	0,36	0,12	2,09	
33	400,0	0,06	0,12	----	0,025	0,48	0,12	2,20	
42	500,0	-0,31	0,09	----	0,020	0,54	0,11	2,06	
50	600,0	-0,41	0,17	----	0,017	0,90	0,15	2,43	
58	700,0	-0,53	0,10	----	0,014	0,66	0,09	2,21	
67	800,0	-0,480	0,045	----	0,013	0,55	0,069	2,03	
75	900,0	-0,449	0,043	----	0,011	0,58	0,065	2,03	
83	995,0	-0,239	0,073	----	0,010	0,78	0,078	2,13	



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue LABORATORIO DE CONCRETO de la empresa INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC ubicada en LIMA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	18,5 °C	Temperatura Ambiente Mínima:	18,0 °C
Humedad Relativa Máxima:	77 % HR	Humedad Relativa Mínima:	76 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.6

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2 , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	...	R^2
4,38634 E00	9,65010 E-01	8,37939 E-05	-5,07573 E-08		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 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
200,0	200,33	210,26	220,20	230,15	240,11
250,0	250,08	260,06	270,05	280,04	290,05
300,0	300,06	310,08	320,11	330,14	340,18
350,0	350,23	360,28	370,34	380,40	390,47
400,0	400,55	410,63	420,71	430,80	440,89
450,0	450,98	461,08	471,18	481,28	491,39
500,0	501,50	511,60	521,71	531,82	541,93
550,0	552,04	562,16	572,27	582,38	592,49
600,0	602,59	612,70	622,81	632,91	643,01
650,0	653,11	663,20	673,29	683,38	693,46
700,0	703,54	713,62	723,69	733,75	743,81
750,0	753,86	763,91	773,95	783,99	794,01
800,0	804,03	814,05	824,05	834,05	844,04
850,0	854,01	863,98	873,94	883,90	893,84
900,0	903,77	913,69	923,59	933,49	943,38
950,0	953,25	963,11	972,96	982,80	992,62
1 000,0	1 002,4				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
200,0	199,93	200,33	0,4
300,0	301,16	300,06	- 1,1
400,0	399,75	400,55	0,8
500,0	501,53	501,50	0,0
600,0	602,50	602,59	0,1
700,0	703,74	703,54	- 0,2
800,0	803,86	804,03	0,2
900,0	904,06	903,77	- 0,3
995,0	997,38	997,53	0,1

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 7 y Tabla 8 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 1 y Tabla 3 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 7.
 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 $S_{1,2 y 3}$ kgf
	S_1 Ascendente kgf	S_2 Ascendente kgf	S_2' No Aplica ----	S_3 Ascendente kgf	S_4 No Aplica ----		
17 20 394,3	20 386,2	20 390,3	----	20 384,1	----	20 386,9	
25 30 591,5	30 725,1	30 713,9	----	30 691,4	----	30 710,1	
33 40 788,6	40 744,8	40 752,0	----	40 792,7	----	40 763,2	
42 50 985,8	51 124,5	51 168,4	----	51 133,7	----	51 142,2	
50 61 183,0	61 436,9	61 491,0	----	61 385,9	----	61 437,9	
58 71 380,1	71 722,8	71 796,2	----	71 766,6	----	71 761,9	
67 81 577,3	81 949,5	81 976,0	----	81 986,2	----	81 970,6	
75 91 774,5	92 168,1	92 188,5	----	92 207,9	----	92 188,2	
83 101 461,8	101 748,4	101 691,3	----	101 674,1	----	101 704,6	

Tabla 8.
 Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Carga Aplicada	Indicación	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U		$k_{p=95\%}$ -----
		q %	b %	v %		kgf	%	
17 20 394,3	0,04	0,03	----	0,050	22	0,11	2,01	
25 30 591,5	-0,39	0,11	----	0,033	37	0,12	2,09	
33 40 788,6	0,06	0,12	----	0,025	49	0,12	2,20	
42 50 985,8	-0,31	0,09	----	0,020	55	0,11	2,06	
50 61 183,0	-0,41	0,17	----	0,017	92	0,15	2,43	
58 71 380,1	-0,53	0,10	----	0,014	68	0,09	2,21	
67 81 577,3	-0,480	0,045	----	0,013	56	0,069	2,03	
75 91 774,5	-0,449	0,043	----	0,011	59	0,065	2,03	
83 101 461,8	-0,239	0,073	----	0,010	79	0,078	2,13	

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.

Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
 (+57 60 1) 745 4555 - Cel: 316 538 5810 - 317 423 3640
 www.pinzuar.com.co

**F-27211-001 R0**

Pág. 6 de 6

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2,429$ 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

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

**Instrumento Patrón**

Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN.
Modelo	KAL-1MN.
Clase	01.
Número de Serie	017401.
Certificado de Calibración	5516 del INM.
Próxima Calibración	2023-12-09.

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 realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

- Se emplea la coma (,) como separador decimal.
- 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
- No se puede realizar la calibración suplementaria por debajo del 20% del límite superior. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron aprobados por el cliente, para el intervalo del 20% al 100%, según ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5.
- Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27211-001

Fin del Certificado

LMPC-05-F-01 R.0.6

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
 Fuerza | Longitud | Masa | Par Torsional | Presión | Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Fecha de Emisión: 2021-10-13

Orden de trabajo: 0441-00

Expediente: 0743

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERIA GEOTECNIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
Dirección : Mz. A Lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa, San Martín de Porres, Lima, Lima

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

2. EQUIPO : HORNO

Marca : PERUTEST
Modelo : PT-H76
Número de Serie : 0137
Identificación : T0045(*)
Procedencia : NO INDICA
Ventilación : TURBULENCIA DE AIRE
Temperatura de Trabajo : 60 °C ± 5 °C
110 °C ± 5 °C
180 °C ± 5 °C
Instrumento de Medición del Equipo :

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De -100 °C a 300 °C	0,1 °C

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2021-10-01 en el área ÁREA DE CONCRETO .

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro digital con 10 termopares como sensores	TER20-282

6. RESULTADOS

Condiciones de Calibración

Posición del Controlador : 62 °C, 110 °C, 180 °C
Posición de la Ventilación : UNICA
Presión de Vacío : NO APLICA
Carga : PRODUCTOS DIVERSOS, LOS CUALES REPRESENTAN APROXIMADAMENTE EL 60% DEL VOLUMEN EFECTIVO DEL EQUIPO.


José Luis Panta Abad
Lic. Ciencias Físicas
CFP: 0395



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales Temperatura : De 20,5 °C a 21,3 °C
 Humedad : De 66,7 %hr a 68,8 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	t (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tras- Tres (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	59,9	57,0	59,0	57,4	57,9	60,1	57,9	60,3	57,9	58,7	57,4	58,4	3,3
0:01:00	60,0	57,2	59,1	57,5	58,0	60,1	58,0	60,4	58,0	58,7	57,4	58,5	3,2
0:02:00	60,0	57,1	59,0	57,6	58,1	60,2	58,1	60,6	58,1	58,7	57,2	58,5	3,5
0:03:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,7	58,0	60,6	58,0	58,6	57,2	58,4	3,5
0:04:00	60,0	57,1	59,0	57,5	58,1	60,2	58,1	60,5	58,1	58,7	57,4	58,5	3,4
0:05:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,8	58,1	60,6	58,1	58,7	57,2	58,4	3,5
0:06:00	59,9	57,2	59,2	57,4	57,9	59,6	58,0	60,6	58,0	58,7	57,2	58,4	3,4
0:07:00	60,0	57,1	59,3	57,5	58,1	60,1	58,2	60,6	58,1	58,8	57,4	58,5	3,5
0:08:00	60,0	57,0	59,2	57,4	58,0	59,8	58,1	60,5	58,0	58,8	57,3	58,4	3,5
0:09:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,8	58,0	60,5	58,0	58,8	57,4	58,4	3,4
0:10:00	60,0	57,0	59,1	57,4	57,9	60,3	57,9	60,4	57,9	58,7	57,4	58,4	3,4
0:11:00	60,0	57,0	59,0	57,4	58,0	60,1	58,0	60,4	57,9	58,8	57,5	58,4	3,4
0:12:00	59,9	57,1	59,4	57,4	58,0	59,6	58,0	60,5	57,9	58,8	57,5	58,4	3,4
0:13:00	60,0	57,0	59,0	57,4	57,9	60,1	57,9	60,4	57,8	58,8	57,4	58,4	3,4
0:14:00	59,9	57,1	59,1	57,3	57,9	59,6	57,9	60,4	57,8	58,8	57,4	58,3	3,3
0:15:00	59,9	57,0	59,0	57,3	57,9	59,7	57,9	60,4	57,8	58,8	57,3	58,3	3,4
0:16:00	60,0	57,1	59,1	57,3	57,9	59,9	57,9	60,4	57,8	58,8	57,4	58,4	3,3
0:17:00	60,0	57,1	59,0	57,4	57,9	59,7	57,9	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:18:00	59,9	57,0	59,0	57,4	57,9	60,3	57,9	60,4	57,8	58,7	57,2	58,4	3,4
0:19:00	60,0	57,0	59,2	57,3	57,9	60,0	57,8	60,3	57,8	58,6	57,3	58,3	3,3
0:20:00	60,0	57,0	59,1	57,3	57,9	59,7	57,9	60,4	57,9	58,7	57,2	58,3	3,4
0:21:00	59,9	57,1	59,1	57,4	58,0	59,6	58,0	60,5	58,0	58,8	57,3	58,4	3,4
0:22:00	60,0	57,0	59,1	57,4	57,9	60,0	58,0	60,3	57,9	58,7	57,4	58,4	3,3
0:23:00	59,9	57,1	59,3	57,5	58,0	60,0	58,0	60,4	57,9	58,6	57,3	58,4	3,3
0:24:00	60,0	57,0	59,0	57,5	58,0	59,7	58,1	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	3,5
0:25:00	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	59,7	58,0	60,5	58,0	58,7	57,3	58,4	3,4
0:26:00	60,0	56,9	59,0	57,4	58,0	59,7	58,0	60,5	58,0	58,7	57,3	58,4	3,6
0:27:00	60,0	57,0	59,1	57,4	58,0	59,8	58,1	60,5	58,1	58,8	57,5	58,4	3,5
0:28:00	60,1	57,1	59,3	57,4	58,0	59,5	58,0	60,5	58,0	58,8	57,3	58,4	3,4
0:29:00	60,0	57,1	59,3	57,4	58,0	59,7	58,0	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:30:00	60,1	57,0	59,1	57,5	58,0	60,4	58,0	60,5	58,0	58,8	57,5	58,5	3,5
0:31:00	60,0	56,9	59,0	57,4	58,0	59,9	57,9	60,3	57,9	58,8	57,4	58,4	3,4
0:32:00	60,0	57,1	59,2	57,4	58,0	60,1	58,0	60,4	57,9	58,8	57,5	58,5	3,3
0:33:00	60,0	57,1	59,2	57,5	58,0	60,4	57,9	60,3	57,9	58,8	57,4	58,5	3,3
0:34:00	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	60,2	57,9	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:35:00	60,1	57,0	59,0	57,3	57,9	60,3	57,8	60,2	57,7	58,7	57,3	58,3	3,3
0:36:00	60,0	57,0	59,1	57,4	58,0	60,1	57,9	60,4	57,9	58,7	57,4	58,4	3,4
0:37:00	60,0	57,1	59,0	57,5	58,0	60,0	57,9	60,4	57,9	58,7	57,2	58,4	3,3
0:38:00	60,1	57,1	59,0	57,4	57,9	59,9	58,0	60,5	57,9	58,6	57,2	58,4	3,4
0:39:00	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	60,3	58,0	60,4	58,0	58,6	57,3	58,4	3,3
0:40:00	60,1	57,1	59,3	57,5	58,0	60,1	58,0	60,5	58,1	58,7	57,3	58,5	3,4
0:41:00	60,0	57,1	59,2	57,4	58,0	59,9	58,0	60,4	58,0	58,7	57,4	58,4	3,3
0:42:00	60,0	57,2	59,3	57,4	58,0	59,3	58,0	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	3,3
0:43:00	60,1	57,2	59,2	57,4	58,0	59,4	58,1	60,5	58,0	58,6	57,3	58,4	3,3
0:44:00	60,0	57,2	59,1	57,4	58,0	59,4	58,1	60,6	58,1	58,7	57,3	58,4	3,4
0:45:00	60,0	57,0	59,0	57,4	58,0	59,8	58,0	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	3,5
0:46:00	60,1	57,1	59,0	57,4	58,0	60,0	58,0	60,5	57,9	58,8	57,5	58,4	3,4
0:47:00	60,0	57,1	59,1	57,3	57,9	59,9	58,0	60,4	57,9	58,8	57,4	58,4	3,3
0:48:00	60,1	57,0	59,1	57,4	58,0	60,2	58,0	60,5	57,9	58,8	57,4	58,4	3,5
0:49:00	60,0	57,1	59,0	57,4	57,9	60,2	57,9	60,3	57,9	58,7	57,4	58,4	3,2
0:50:00	60,0	57,1	59,1	57,4	57,9	59,8	57,9	60,4	58,0	58,8	57,4	58,4	3,3
0:51:00	60,0	57,1	59,2	57,4	57,9	59,9	57,9	60,4	57,8	58,7	57,3	58,4	3,3

Continúa en la siguiente página



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 60 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max-Tmin} (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	60,0	57,0	58,9	57,3	57,8	59,6	57,9	60,3	57,7	58,8	57,4	58,3	3,3
0:53:00	60,0	57,0	59,0	57,3	57,8	59,6	57,9	60,2	57,7	58,7	57,4	58,3	3,2
0:54:00	60,0	57,0	59,2	57,3	57,9	60,1	57,9	60,3	57,8	58,7	57,3	58,4	3,3
0:55:00	60,0	57,0	59,2	57,4	57,9	60,0	57,9	60,3	57,9	58,6	57,2	58,4	3,3
0:56:00	60,0	57,1	59,1	57,4	57,9	59,4	57,9	60,4	57,9	58,7	57,3	58,3	3,3
0:57:00	60,1	57,0	59,2	57,4	57,9	59,5	57,9	60,4	57,9	58,6	57,2	58,3	3,4
0:58:00	60,0	57,1	59,2	57,5	58,0	60,0	58,0	60,4	57,9	58,7	57,4	58,4	3,3
0:59:00	60,1	57,1	59,3	57,4	58,0	59,9	58,0	60,5	58,0	58,8	57,4	58,5	3,4
1:00:00	60,0	57,0	59,1	57,4	58,0	60,2	58,1	60,5	58,0	58,7	57,2	58,4	3,5
1:01:00	60,0	57,1	59,0	57,4	57,9	60,2	58,0	60,4	58,0	58,7	57,3	58,4	3,3
1:02:00	60,0	57,2	59,3	57,4	58,1	60,3	58,1	60,5	58,1	58,8	57,4	58,5	3,3
T.PROM	60,0	57,1	59,1	57,4	58,0	59,9	58,0	60,5	58,0	58,7	57,4	58,4	
T.MAX	60,1	57,2	59,4	57,6	58,1	60,4	58,2	60,6	58,1	58,8	57,5		
T.MIN	59,9	56,9	58,9	57,3	57,8	59,3	57,8	60,2	57,7	58,6	57,2		
DTT	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	1,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	60,6	0,54
Temperatura Mínima Medida	56,9	0,61
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,3	0,8
Estabilidad Medida (±)	0,5	0,04
Uniformidad Medida	3,6	0,8

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t : Instante de tiempo en minutos. T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MAX : Temperatura máxima. T_{prom} : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

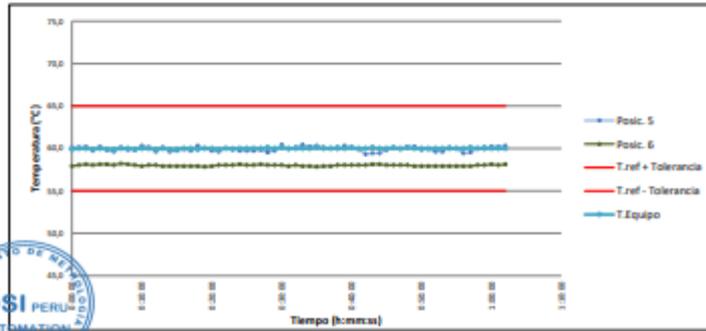
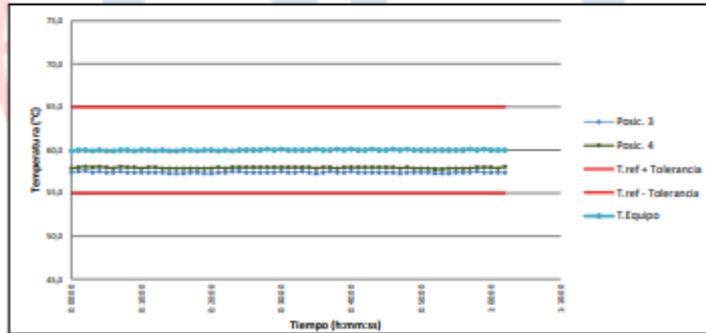
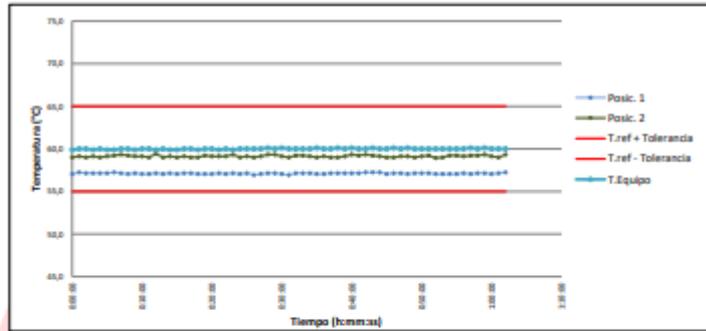
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



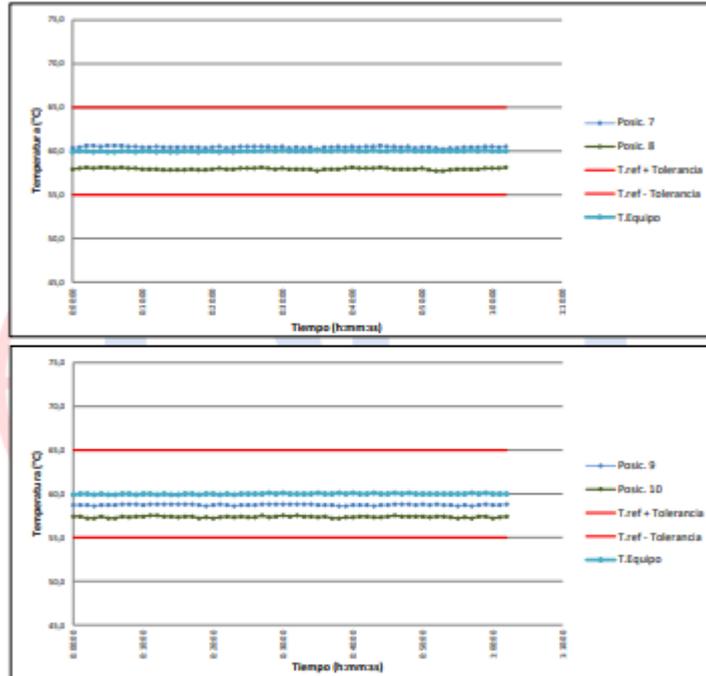
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales Temperatura : De 20,5 °C a 21,3 °C
 Humedad : De 66,7 %hr a 68,8 %hr

Tiempo (hh:mm:ss)	t (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										t _{prom} (°C)	T _{ma-T_{mn}} (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	109,9	104,9	87,0	99,3	92,8	99,1	99,8	99,3	96,8	96,7	101,4	97,7	17,9
0:01:00	109,8	105,1	87,1	99,4	92,9	99,1	99,9	99,4	96,9	96,7	101,4	97,8	18,0
0:02:00	109,8	105,0	87,0	99,5	93,0	99,2	100,0	99,6	97,0	96,7	101,2	97,8	18,0
0:03:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,7	99,9	99,6	96,9	96,6	101,2	97,7	17,9
0:04:00	109,9	105,0	87,0	99,4	93,0	99,2	100,0	99,5	97,0	96,7	101,4	97,8	18,0
0:05:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,8	100,0	99,6	97,0	96,7	101,2	97,8	17,9
0:06:00	109,9	105,1	87,2	99,3	92,8	98,6	99,9	99,6	96,9	96,7	101,2	97,7	17,9
0:07:00	109,8	105,0	87,3	99,4	93,0	99,1	100,1	99,6	97,0	96,8	101,4	97,9	17,7
0:08:00	109,8	104,9	87,2	99,3	92,9	98,8	100,0	99,5	96,9	96,8	101,3	97,8	17,7
0:09:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,9	98,8	99,9	99,5	96,9	96,8	101,4	97,8	17,9
0:10:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,8	99,3	99,8	99,4	96,8	96,7	101,4	97,7	17,8
0:11:00	109,9	104,9	87,0	99,3	92,9	99,1	99,9	99,4	96,8	96,8	101,5	97,8	17,9
0:12:00	109,8	105,0	87,4	99,3	92,9	98,6	99,9	99,5	96,8	96,8	101,5	97,8	17,6
0:13:00	109,8	104,9	87,0	99,3	92,8	99,1	99,8	99,4	96,7	96,8	101,4	97,7	17,9
0:14:00	109,9	105,0	87,1	99,2	92,8	98,6	99,8	99,4	96,7	96,8	101,4	97,7	17,9
0:15:00	109,8	104,9	87,0	99,2	92,8	98,7	99,8	99,4	96,7	96,8	101,3	97,7	17,9
0:16:00	109,8	105,0	87,1	99,2	92,8	98,9	99,8	99,4	96,7	96,8	101,4	97,7	17,9
0:17:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	98,7	99,8	99,4	96,8	96,8	101,4	97,7	18,0
0:18:00	109,8	104,9	87,0	99,3	92,8	99,3	99,8	99,4	96,7	96,7	101,2	97,7	17,9
0:19:00	109,9	104,9	87,2	99,2	92,8	99,0	99,7	99,3	96,7	96,6	101,3	97,7	17,7
0:20:00	109,8	104,9	87,1	99,2	92,8	98,7	99,8	99,4	96,8	96,7	101,2	97,7	17,8
0:21:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,6	99,9	99,5	96,9	96,8	101,3	97,7	17,9
0:22:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,8	99,0	99,9	99,3	96,8	96,7	101,4	97,7	17,8
0:23:00	109,9	105,0	87,3	99,4	92,9	99,0	99,9	99,4	96,8	96,6	101,3	97,8	17,7
0:24:00	109,8	104,9	87,0	99,4	92,9	98,7	100,0	99,5	96,9	96,7	101,4	97,7	17,9
0:25:00	109,8	105,0	87,1	99,3	92,9	98,7	99,9	99,5	96,9	96,7	101,3	97,7	17,9
0:26:00	109,9	104,8	87,0	99,3	92,9	98,7	99,9	99,5	96,9	96,7	101,3	97,7	17,8
0:27:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,9	98,8	100,0	99,5	97,0	96,8	101,5	97,8	17,8
0:28:00	109,9	105,0	87,3	99,3	92,9	98,5	99,9	99,5	96,9	96,8	101,3	97,7	17,7
0:29:00	109,8	105,0	87,3	99,3	92,9	98,7	99,9	99,4	96,8	96,8	101,4	97,7	17,7
0:30:00	109,8	104,9	87,1	99,4	92,9	99,4	99,9	99,5	96,9	96,8	101,5	97,8	17,8
0:31:00	109,8	104,8	87,0	99,3	92,9	98,9	99,8	99,3	96,8	96,8	101,4	97,7	17,8
0:32:00	109,8	105,0	87,2	99,3	92,9	99,1	99,9	99,4	96,8	96,8	101,5	97,8	17,8
0:33:00	109,8	105,0	87,2	99,4	92,9	99,4	99,8	99,3	96,8	96,8	101,4	97,8	17,8
0:34:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,9	99,2	99,8	99,4	96,8	96,8	101,4	97,8	17,9
0:35:00	109,8	104,9	87,0	99,2	92,8	99,3	99,7	99,2	96,6	96,7	101,3	97,7	17,9
0:36:00	109,9	104,9	87,1	99,3	92,9	99,1	99,8	99,4	96,8	96,7	101,4	97,7	17,8
0:37:00	109,8	105,0	87,0	99,4	92,9	99,0	99,8	99,4	96,8	96,7	101,2	97,7	18,0
0:38:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	98,9	99,9	99,5	96,8	96,6	101,2	97,7	18,0
0:39:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,9	99,3	99,9	99,4	96,9	96,6	101,3	97,8	17,9
0:40:00	109,8	105,0	87,3	99,4	92,9	99,1	99,9	99,5	97,0	96,7	101,3	97,8	17,7
0:41:00	109,9	105,0	87,2	99,3	92,9	98,9	99,9	99,4	96,9	96,7	101,4	97,8	17,8
0:42:00	109,8	105,1	87,3	99,3	92,9	98,3	99,9	99,5	96,9	96,7	101,4	97,7	17,8
0:43:00	109,8	105,1	87,2	99,3	92,9	98,4	100,0	99,5	96,9	96,6	101,3	97,7	17,9
0:44:00	109,8	105,1	87,1	99,3	92,9	98,4	100,0	99,6	97,0	96,7	101,3	97,7	18,0
0:45:00	109,9	104,9	87,0	99,3	92,9	98,8	99,9	99,5	96,9	96,7	101,4	97,7	17,9
0:46:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,9	99,0	99,9	99,5	96,8	96,8	101,5	97,8	18,0
0:47:00	109,9	105,0	87,1	99,2	92,8	98,9	99,9	99,4	96,8	96,8	101,4	97,7	17,9
0:48:00	109,8	104,9	87,1	99,3	92,9	99,2	99,9	99,5	96,8	96,8	101,4	97,8	17,8
0:49:00	109,8	105,0	87,0	99,3	92,8	99,2	99,8	99,3	96,8	96,7	101,4	97,7	18,0
0:50:00	109,9	105,0	87,1	99,3	92,8	98,8	99,8	99,4	96,9	96,8	101,4	97,7	17,9
0:51:00	109,8	105,0	87,2	99,3	92,8	98,9	99,8	99,4	96,7	96,7	101,3	97,7	17,8

Continúa en la siguiente página



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	t (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax- Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	109.8	104.9	86.9	99.2	92.7	98.6	99.8	99.3	96.6	96.8	101.4	97.6	18.0
0:53:00	109.8	104.9	87.0	99.2	92.7	98.6	99.8	99.2	96.6	96.7	101.4	97.6	17.9
0:54:00	109.8	104.9	87.2	99.2	92.8	99.1	99.8	99.3	96.7	96.7	101.3	97.7	17.7
0:55:00	109.9	104.9	87.2	99.3	92.8	99.0	99.8	99.3	96.8	96.6	101.2	97.7	17.7
0:56:00	109.8	105.0	87.1	99.3	92.8	98.4	99.8	99.4	96.8	96.7	101.3	97.7	17.9
0:57:00	109.8	104.9	87.2	99.3	92.8	98.5	99.8	99.4	96.8	96.6	101.2	97.6	17.7
0:58:00	109.8	105.0	87.2	99.4	92.9	99.0	99.9	99.4	96.8	96.7	101.4	97.8	17.8
0:59:00	109.9	105.0	87.3	99.3	92.9	98.9	99.9	99.5	96.9	96.8	101.4	97.8	17.7
1:00:00	109.8	104.9	87.1	99.3	92.9	99.2	100.0	99.5	96.9	96.7	101.2	97.8	17.8
1:01:00	109.8	105.0	87.0	99.3	92.8	99.2	99.9	99.4	96.9	96.7	101.3	97.7	18.0
1:02:00	109.9	105.1	87.3	99.3	93.0	99.3	100.0	99.5	97.0	96.8	101.4	97.9	17.8
T.PROM	109.8	105.0	87.1	99.3	92.9	98.9	99.9	99.4	96.9	96.7	101.3	97.7	
T.MAX	109.9	105.1	87.4	99.5	93.0	99.4	100.1	99.6	97.0	96.8	101.5		
T.MIN	109.8	104.8	86.9	99.2	92.7	98.3	99.7	99.2	96.6	96.6	101.2		
DTT	0.1	0.3	0.5	0.3	0.3	1.1	0.4	0.4	0.4	0.2	0.3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	105.1	0.61
Temperatura Mínima Medida	86.9	0.71
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.1	0.08
Desviación de Temperatura en el Espacio	17.9	0.9
Estabilidad Medida (±)	0.5	0.04
Uniformidad Medida	18.0	0.9

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t** : Instante de tiempo en minutos. **T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I** : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MAX** : Temperatura máxima. **Tprom** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MIN** : Temperatura mínima.
- DTT** : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

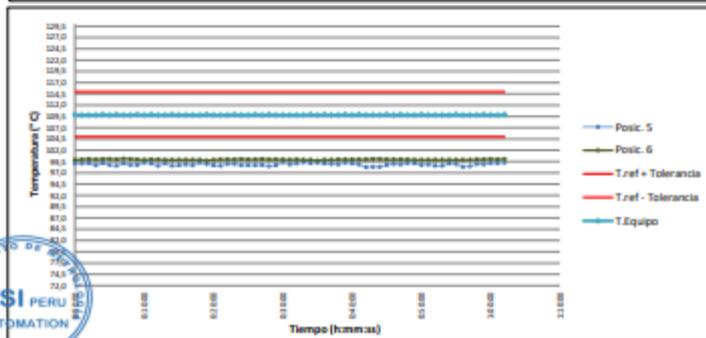
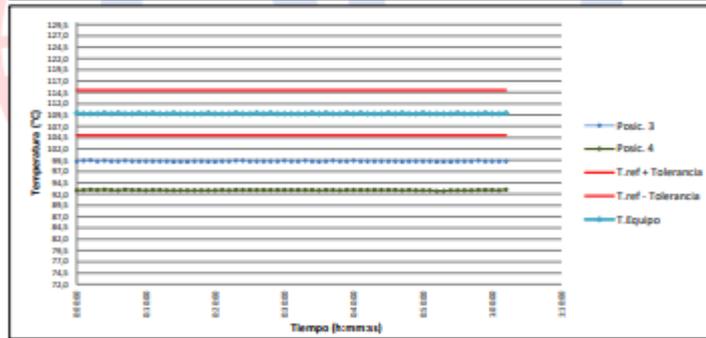
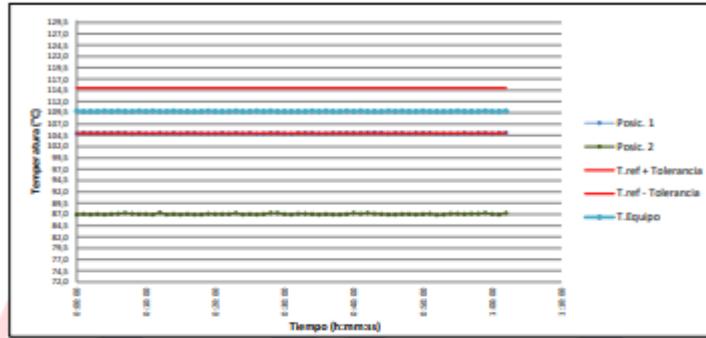
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



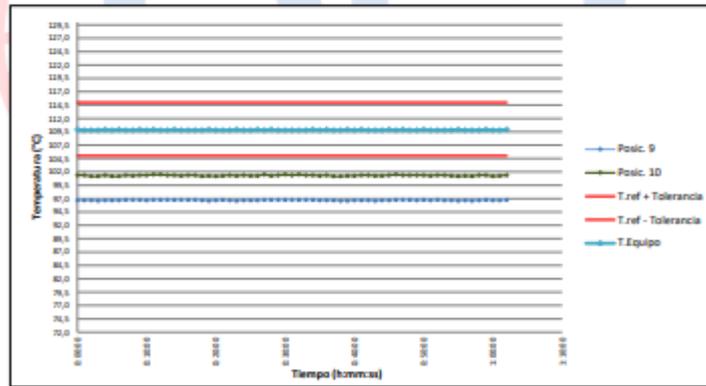
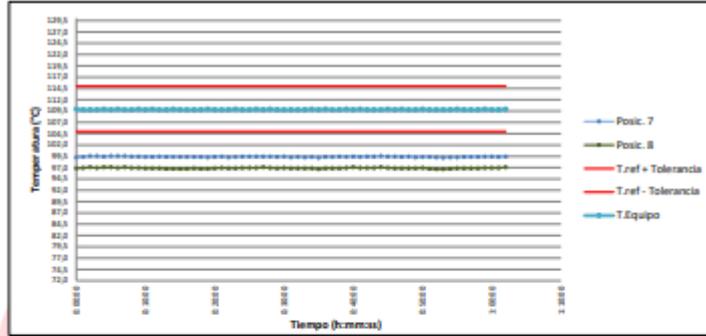
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 180 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales Temperatura : De 20,7 °C a 20,4 °C
 Humedad : De 67,7 %hr a 67,7 %hr

Tiempo (h:mm:ss)	t (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max-Tmin} (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	178,8	193,1	190,8	203,7	209,5	199,9	186,1	183,3	181,4	176,8	184,4	190,9	32,7
0:01:00	178,8	193,3	190,9	203,8	209,6	199,9	186,2	183,4	181,5	176,8	184,4	191,0	32,8
0:02:00	178,7	193,2	190,8	203,9	209,7	200,0	186,3	183,6	181,6	176,8	184,2	191,0	32,9
0:03:00	178,8	193,2	190,9	203,7	209,6	199,5	186,2	183,6	181,5	176,7	184,2	190,9	32,9
0:04:00	178,8	193,2	190,8	203,8	209,7	200,0	186,3	183,5	181,6	176,8	184,4	191,0	32,9
0:05:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,6	199,6	186,3	183,6	181,6	176,8	184,2	191,0	32,8
0:06:00	178,8	193,3	191,0	203,7	209,5	199,4	186,2	183,6	181,5	176,8	184,2	190,9	32,7
0:07:00	178,7	193,2	191,1	203,8	209,7	199,9	186,4	183,6	181,6	176,9	184,4	191,1	32,8
0:08:00	178,7	193,1	191,0	203,7	209,6	199,6	186,3	183,5	181,5	176,9	184,3	191,0	32,7
0:09:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,6	199,6	186,2	183,5	181,5	176,9	184,4	191,0	32,7
0:10:00	178,8	193,1	190,9	203,7	209,5	200,1	186,1	183,4	181,4	176,8	184,4	191,0	32,7
0:11:00	178,8	193,1	190,8	203,7	209,6	199,9	186,2	183,4	181,4	176,9	184,5	191,0	32,7
0:12:00	178,8	193,2	191,2	203,7	209,6	199,4	186,2	183,5	181,4	176,9	184,5	191,0	32,7
0:13:00	178,7	193,1	190,8	203,7	209,5	199,9	186,1	183,4	181,3	176,9	184,4	190,9	32,6
0:14:00	178,8	193,2	190,9	203,6	209,5	199,4	186,1	183,4	181,3	176,9	184,4	190,9	32,6
0:15:00	178,8	193,1	190,8	203,6	209,5	199,5	186,1	183,4	181,3	176,9	184,3	190,9	32,6
0:16:00	178,7	193,2	190,9	203,6	209,5	199,7	186,1	183,4	181,3	176,9	184,4	190,9	32,6
0:17:00	178,8	193,2	190,8	203,7	209,5	199,5	186,1	183,4	181,4	176,9	184,4	190,9	32,6
0:18:00	178,7	193,1	190,8	203,7	209,5	200,1	186,1	183,4	181,3	176,8	184,2	190,9	32,7
0:19:00	178,7	193,1	191,0	203,6	209,5	199,8	186,0	183,3	181,3	176,7	184,3	190,9	32,8
0:20:00	178,7	193,1	190,9	203,6	209,5	199,5	186,1	183,4	181,4	176,8	184,2	190,9	32,7
0:21:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,6	199,4	186,2	183,5	181,5	176,9	184,3	190,9	32,7
0:22:00	178,7	193,1	190,9	203,7	209,5	199,8	186,2	183,3	181,4	176,8	184,4	190,9	32,7
0:23:00	178,8	193,2	191,1	203,8	209,6	199,8	186,2	183,4	181,4	176,7	184,3	191,0	32,9
0:24:00	178,8	193,1	190,8	203,8	209,6	199,5	186,3	183,5	181,5	176,8	184,4	190,9	32,8
0:25:00	178,8	193,2	190,9	203,7	209,6	199,5	186,2	183,5	181,5	176,8	184,3	190,9	32,8
0:26:00	178,7	193,0	190,8	203,7	209,6	199,5	186,2	183,5	181,5	176,8	184,3	190,9	32,8
0:27:00	178,8	193,1	190,9	203,7	209,6	199,6	186,3	183,5	181,6	176,9	184,5	191,0	32,7
0:28:00	178,8	193,2	191,1	203,7	209,6	199,3	186,2	183,5	181,5	176,9	184,3	190,9	32,7
0:29:00	178,8	193,2	191,1	203,7	209,6	199,5	186,2	183,4	181,4	176,9	184,4	191,0	32,7
0:30:00	178,7	193,1	190,9	203,8	209,6	200,2	186,2	183,5	181,5	176,9	184,5	191,0	32,7
0:31:00	178,8	193,0	190,8	203,7	209,6	199,7	186,1	183,3	181,4	176,9	184,4	190,9	32,7
0:32:00	178,7	193,2	191,0	203,7	209,6	199,9	186,2	183,4	181,4	176,9	184,5	191,0	32,7
0:33:00	178,7	193,2	191,0	203,8	209,6	200,2	186,1	183,3	181,4	176,9	184,4	191,0	32,7
0:34:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,6	200,0	186,1	183,4	181,4	176,9	184,4	191,0	32,7
0:35:00	178,8	193,1	190,8	203,6	209,5	200,1	186,0	183,2	181,2	176,8	184,3	190,9	32,7
0:36:00	178,8	193,1	190,9	203,7	209,6	199,9	186,1	183,4	181,4	176,8	184,4	190,9	32,8
0:37:00	178,8	193,2	190,8	203,8	209,6	199,8	186,1	183,4	181,4	176,8	184,2	190,9	32,8
0:38:00	178,7	193,2	190,8	203,7	209,5	199,7	186,2	183,5	181,4	176,7	184,2	190,9	32,8
0:39:00	178,8	193,2	190,9	203,7	209,6	200,1	186,2	183,4	181,5	176,7	184,3	191,0	32,9
0:40:00	178,8	193,2	191,1	203,8	209,6	199,9	186,2	183,5	181,6	176,8	184,3	191,0	32,8
0:41:00	178,8	193,2	191,0	203,7	209,6	199,7	186,2	183,4	181,5	176,8	184,4	191,0	32,8
0:42:00	178,7	193,3	191,1	203,7	209,6	199,1	186,2	183,5	181,5	176,8	184,4	190,9	32,8
0:43:00	178,8	193,3	191,0	203,7	209,6	199,2	186,3	183,5	181,5	176,7	184,3	190,9	32,9
0:44:00	178,7	193,3	190,9	203,7	209,6	199,2	186,3	183,6	181,6	176,8	184,3	190,9	32,8
0:45:00	178,8	193,1	190,8	203,7	209,6	199,6	186,2	183,5	181,5	176,8	184,4	190,9	32,8
0:46:00	178,7	193,2	190,8	203,7	209,6	199,8	186,2	183,5	181,4	176,9	184,5	191,0	32,7
0:47:00	178,7	193,2	190,9	203,6	209,5	199,7	186,2	183,4	181,4	176,9	184,4	190,9	32,6
0:48:00	178,7	193,1	190,9	203,7	209,6	200,0	186,2	183,5	181,4	176,9	184,4	191,0	32,7
0:49:00	178,7	193,2	190,8	203,7	209,5	200,0	186,1	183,3	181,4	176,8	184,4	190,9	32,7
0:50:00	178,7	193,2	190,9	203,7	209,5	199,6	186,1	183,4	181,5	176,9	184,4	190,9	32,6
0:51:00	178,8	193,2	191,0	203,7	209,5	199,7	186,1	183,4	181,3	176,8	184,3	190,9	32,7

Continúa en la siguiente página



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Para la Temperatura de Trabajo de 180 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	I (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										T _{prom} (°C)	T _{max-Tmin} (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:52:00	178,7	193,1	190,7	203,6	209,4	199,4	186,1	183,3	181,2	176,9	184,4	190,8	32,5
0:53:00	178,7	193,1	190,8	203,6	209,4	199,4	186,1	183,2	181,2	176,8	184,4	190,8	32,6
0:54:00	178,7	193,1	191,0	203,6	209,5	199,9	186,1	183,3	181,3	176,8	184,3	190,9	32,7
0:55:00	178,7	193,1	191,0	203,7	209,5	199,8	186,1	183,3	181,4	176,7	184,2	190,9	32,8
0:56:00	178,8	193,2	190,9	203,7	209,5	199,2	186,1	183,4	181,4	176,8	184,3	190,9	32,7
0:57:00	178,8	193,1	191,0	203,7	209,5	199,3	186,1	183,4	181,4	176,7	184,2	190,9	32,8
0:58:00	178,8	193,2	191,0	203,8	209,6	199,8	186,2	183,4	181,4	176,8	184,4	191,0	32,8
0:59:00	178,7	193,2	191,1	203,7	209,6	199,7	186,2	183,5	181,5	176,9	184,4	191,0	32,7
1:00:00	178,8	193,1	190,9	203,7	209,6	200,0	186,3	183,5	181,5	176,8	184,2	191,0	32,8
1:01:00	178,8	193,2	190,8	203,7	209,5	200,0	186,2	183,4	181,5	176,8	184,3	191,0	32,7
1:02:00	178,8	193,3	191,1	203,7	209,7	200,1	186,3	183,5	181,6	176,9	184,4	191,1	32,8
T.PROM	178,8	193,2	190,9	203,7	209,6	199,7	186,2	183,4	181,5	176,9	184,4	190,9	
T.MÁX	178,8	193,3	191,2	203,9	209,7	200,2	186,4	183,6	181,6	176,9	184,5		
T.MÍN	178,7	193,0	190,7	203,6	209,4	199,1	186,0	183,2	181,2	176,7	184,2		
DTT	0,1	0,3	0,5	0,3	0,3	1,1	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	209,7	0,83
Temperatura Mínima Medida	176,7	0,42
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	32,7	0,9
Estabilidad Medida (±)	0,5	0,04
Uniformidad Medida	32,9	0,9

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t** : Instante de tiempo en minutos. **T.PROM** : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- I** : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MÁX** : Temperatura máxima. **T_{prom}** : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T.MÍN** : Temperatura mínima.
- DTT** : Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

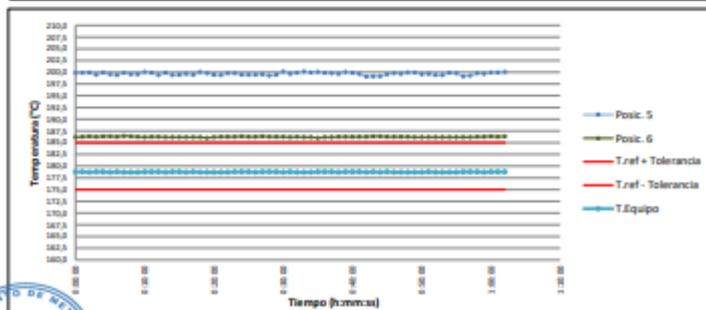
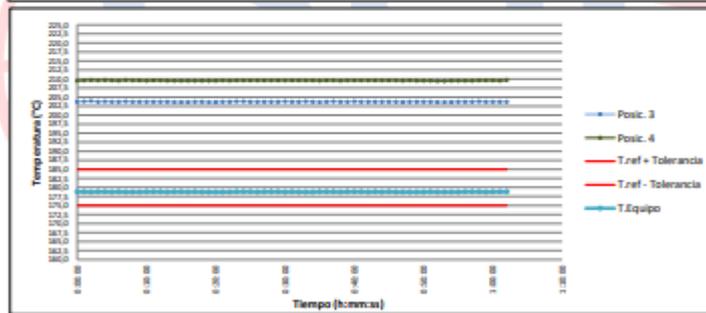
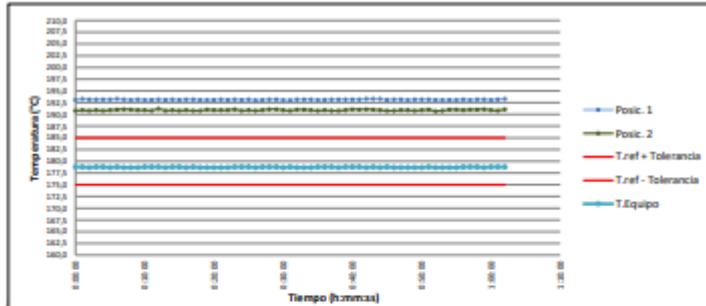
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



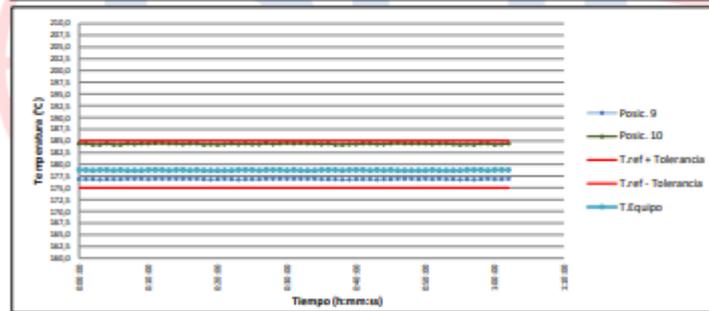
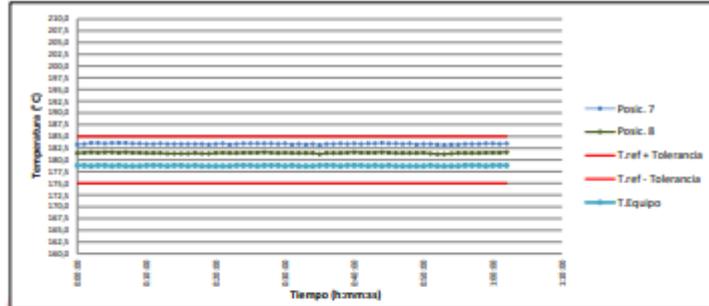
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $180 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$



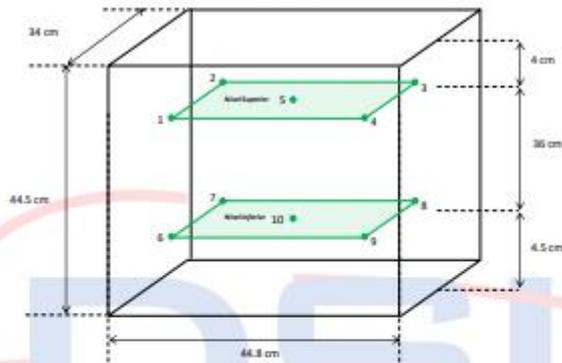
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Gráficas para la temperatura de trabajo $180\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

Distribución de los sensores dentro del medio isoterma



Las posiciones del 1 al 4 y del 6 al 9 se ubicaron a 5 cm de las caras laterales y 5 cm del fondo y frente del medio isoterma.
Las posiciones 5 y 10 se ubicaron al centro de sus respectivos niveles.

Imagen del medio isoterma



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° T-0045-2021

DECLARACIÓN DE LA CONFORMIDAD

Primer punto de calibración:

El medio isoterma cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

Segundo punto de calibración:

El medio isoterma no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

Tercer punto de calibración:

El medio isoterma no cumple con las desviaciones máximas permisibles de temperatura.

8. OBSERVACIONES

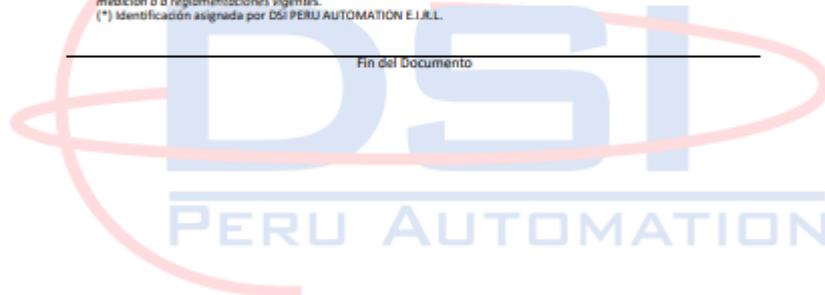
Para fines de identificación se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de la medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. Generalmente, el valor de la magnitud de medición 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 de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

() Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.*

Fin del Documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-022-2022**

Peticionario : INGEOCONTROL SAC

Atención : INGEOCONTROL SAC

Lugar de calibración : Mz. A lote 24 Urb. Mayorazgo 2da. Etapa - San Martín de Porras - Lima.

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : Electronic Balance Clase : II

Número de serie : 201224036 Tipo : Digital

Código de identificación : LS-10 Procedencia : China

Modelo : WT40002GEJ

Capacidad máxima : 4000 g

División de escala (d) : 0,01 g

División de verificación (e) : 0,1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas clase F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas clase F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa clase F1 de 1 Kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 02 pesas clase F1 de 20 mg con certificados de calibración N° M-0300-2021, M-0307-2021, 01 pesa clase F1 de 10 mg con certificado de calibración N° M-0299-2021, 01 pesa clase F1 de 50 mg con certificado de calibración N° M-0301-2021, 01 pesa clase F1 de 100 mg con certificado de calibración N° M-0302-2021, 02 pesas clase F1 de 200 mg con certificado de calibración N° M-0303-2021, M-0304-2021 y 01 pesa clase F1 de 500 mg con certificado de calibración N° M-0305-2021. Con trazabilidad METROIL.

Fecha de calibración : 2022-05-13

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-16	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84266

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
T. (°C)	19,8	19,7

	Inicial	Final
H. R. (%)	67	68

Medición	Carga L1 = 2000 g			Carga L2 = 4000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	1999,98	0,005	-0,020	3999,99	0,007	-0,012
2	2000,01	0,005	0,010	3999,99	0,007	-0,012
3	2000,01	0,005	0,010	3999,99	0,007	-0,012
4	2000,01	0,005	0,010	3999,99	0,006	-0,011
5	1999,98	0,006	-0,021	4000,00	0,005	0,000
6	2000,00	0,005	0,000	4000,01	0,005	0,010
7	1999,99	0,005	-0,010	4000,01	0,006	0,009
8	2000,01	0,005	0,010	4000,01	0,007	0,008
9	2000,00	0,005	0,000	4000,02	0,007	0,018
10	1999,98	0,005	-0,020	4000,02	0,007	0,018

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	1	3
5	4	

Posición de las cargas

	Inicial	Final
T. (°C)	19,8	19,8

	Inicial	Final
H. R. (%)	66	67

Posición de carga	carga en cero* (g)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,00	1,00	0,005	0,000	1200,0	1200,00	0,005	0,000	0,000
2	1,00	1,00	0,005	0,000	1200,0	1199,99	0,005	-0,010	-0,010
3	1,00	0,99	0,005	-0,010	1200,0	1200,02	0,005	0,020	0,030
4	1,00	1,00	0,005	0,000	1200,0	1200,01	0,005	0,010	0,010
5	1,00	1,00	0,005	0,000	1200,0	1200,01	0,005	0,010	0,010

* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final
	19,8	19,8

H. R. (%)	Inicial	Final
	66	66

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,00	0,004	0,001	(*)					
20,0	19,99	0,004	-0,009	-0,010	19,99	0,004	-0,009	-0,010	0,1
100,0	99,99	0,004	-0,009	-0,010	99,99	0,004	-0,009	-0,010	0,1
200,0	199,99	0,004	-0,009	-0,010	199,99	0,005	-0,010	-0,011	0,1
500,0	499,99	0,005	-0,010	-0,011	499,99	0,005	-0,010	-0,011	0,1
1000,0	999,99	0,005	-0,010	-0,011	999,99	0,005	-0,010	-0,011	0,2
1500,0	1499,99	0,005	-0,010	-0,011	1499,99	0,005	-0,010	-0,011	0,2
2000,0	1999,99	0,005	-0,010	-0,011	1999,99	0,005	-0,010	-0,011	0,2
2500,0	2499,99	0,005	-0,010	-0,011	2499,99	0,006	-0,011	-0,012	0,3
3000,0	2999,99	0,006	-0,011	-0,012	2999,99	0,006	-0,011	-0,012	0,3
4000,0	3999,98	0,006	-0,021	-0,022	3999,99	0,007	-0,012	-0,013	0,3

(*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,021g + (0,0000062) $
------------------------------	-----------------------------

I = Indicación de la balanza
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza
Ec = Error corregido

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 $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



ANEXO 8. CAPTURA DE % DE TURNING

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=1131897078&o=1966056903&student_user=1

JOSE RENAN HUAMAN DIAZ | TESIS _HUAMAN DIAZ JOSE 2022-2 jr ulti...



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS

"Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al incorporar fibra de polipropileno- Lima 2022".

AUTOR:
Huamán Diaz José Renan <https://orcid.org/0000-00024667-0144>

ASESOR:
Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo <https://orcid.org/0000-0002-0655-523X>

LINEA DE INVESTIGACION:
Diseño Sísmico y Estructural

LINEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA
Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

Lima - Perú
2022

22



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación de la Variabilidad de las propiedades del concreto $f'c= 210$ kg/cm² al incorporar fibra de polipropileno- Lima 2022"., cuyo autor es HUAMAN DIAZ JOSE RENAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 26 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA ROSARIO CARLOS DANILO DNI: 06249794 ORCID: 0000-0002-0655-523X	Firmado electrónicamente por: CMINAYARO el 14- 12-2022 13:17:39

Código documento Trilce: TRI - 0455798