



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto  
con fibras macro sintéticas y metálicas en pavimentos rígidos,  
Trujillo.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Nunayalle Montenegro, Harold Rafael (ORCID: 0000-0002-8367-7716)

**ASESOR:**

Mg. Cerna Vasquez, Marco Antonio (ORCID: 0000-0002-8259-5444)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**CHICLAYO – PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mi hijo, a mi madre y hermanos porque ellos son mi motivación en mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia, madre tu bendición que me brindas todos los días de mi vida y que lo sigues haciendo, muchos logros te los debo a ti por saber guiarme por el camino del bien.

## **Agradecimiento**

Dios, tu bondad, tu amor, tu misericordia no tienen fin, siempre estas presente en mi vida mis logros que son resultado de tu ayuda; gracias Dios mío por permitirme seguir con vida y cumplir una más de mis metas; gracias madre, hermanos por su apoyo incondicional siempre estuvieron a mi lado, no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento brindándome lo mejor de ustedes y buscando lo mejor de mi persona. Cada momento que he vivido durante todos estos años, han sido momentos y experiencias que me ayudaron a sacar lo mejor de mí y a corregir muchos errores, gracias dios por permitirme levantarme cada mañana y empezar un nuevo día para forjar mi futuro sin importar los errores y faltas cometidas durante el día anterior tu amor y misericordia es grande.

## Índice de contenidos

|   |      |
|---|------|
| Carátula.....   | i    |
| Dedicatoria.....  | ii   |
| Agradecimiento.....   | iii  |
| Índice de contenidos.....   | iv   |
| Índice de tablas.....   | vi   |
| Índice de figuras y gráficos.....   | vii  |
| Resumen.....  | viii |
| Abstract.....   | ix   |
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO.....  | 4    |
| III. METODOLOGÍA.....   | 8    |
| 3.1 Tipo y diseño de investigación.....   | 8    |
| 3.1.1 Por el propósito.....   | 8    |
| 3.1.2 Según el diseño.....  | 8    |
| 3.1.3 Según el nivel.....   | 8    |
| 3.1.4 Diseño de investigación.....  | 8    |
| 3.2 Variables y operacionalización.....   | 8    |
| 3.2.1 Variables.....  | 8    |
| 3.2.1.1 Variable independiente:.....  | 8    |
| 3.2.1.2 Variable dependiente:.....  | 8    |
| 3.2.2 Operacionalización de variables:.....                                       | 8    |
| 3.3 Población - Muestra.....  | 9    |
| 3.3.1 Población.....  | 9    |
| 3.3.2 Muestra.....  | 9    |
| 3.3.2.1 Técnica de muestreo no probabilístico por juicio de experto.....          | 9    |
| 3.3.2.2 Tamaño de muestra.....  | 9    |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 10   |
| 3.4.1 Técnica.....  | 10   |
| 3.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....                                   | 10   |
| 3.4.3 Validez de la recolección de datos.....                                     | 10   |
| 3.4.4 Confiabilidad de la recolección de datos.....                               | 11   |
| 3.5 Procedimientos.....   | 11   |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 3.6 Método de análisis de datos ..... | 13 |
| 3.7 Aspectos éticos .....             | 13 |
| IV. RESULTADOS .....                  | 14 |
| V. DISCUSIÓN .....                    | 31 |
| VI. CONCLUSIONES .....                | 33 |
| VII. RECOMENDACIONES .....            | 34 |
| REFERENCIAS .....                     | 35 |
| ANEXOS .....                          | 39 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Pruebas de las propiedades físicas del concreto                        | 9  |
| Tabla 2. Pruebas de las propiedades mecánicas del concreto                      | 10 |
| Tabla 3. Pruebas de las propiedades mecánicas del concreto                      | 10 |
| Tabla 4. Propiedades Físicas del Sika Force PR-60                               | 14 |
| Tabla 5. Propiedades Físicas del Sika Fiber CHO 80/60 NB                        | 14 |
| Tabla 6. Caracterización del agregado fino (arena)                              | 15 |
| Tabla 7. Caracterización del Agregado Grueso                                    | 16 |
| Tabla 8. Diseño de Mezcla del Concreto Patrón $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>      | 17 |
| Tabla 9. Diseño de Mezcla del concreto patrón + 3.5 kg de macro fibra           | 17 |
| Tabla 10. Diseño de Mezcla del concreto patrón + 5.0 kg de macro fibra          | 18 |
| Tabla 11. Diseño de Mezcla del concreto patrón + 15 kg de fibra metálica        | 18 |
| Tabla 12. Diseño de Mezcla del concreto patrón + 20 kg de fibra                 | 19 |
| Tabla 13. Prueba de consistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>      | 19 |
| Tabla 14. Prueba de temperatura del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>       | 20 |
| Tabla 15. Prueba del Peso Unitario del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>    | 21 |
| Tabla 16. Resistencia a la Compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> | 22 |
| Tabla 17. Resistencia a la Flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>    | 24 |
| Tabla 18. Distribución normal de los resultados a 7 días compresión             | 25 |
| Tabla 19. Distribución normal de los resultados a 28 días compresión            | 25 |
| Tabla 20. Confiabilidad de los resultados a 7 días compresión                   | 26 |
| Tabla 21. Confiabilidad de los resultados a 28 días compresión                  | 26 |
| Tabla 22. Análisis de la varianza (Anova de un factor) a 7 días compresión      | 27 |
| Tabla 23. Análisis de la varianza (Anova de un factor) a 28 días compresión     | 27 |
| Tabla 24. Análisis de la distribución normal de resultados a 7 días flexión     | 28 |
| Tabla 25. Análisis de la distribución normal de resultados a 28 días flexión    | 28 |
| Tabla 26. Confiabilidad de resultados a 7 días flexión                          | 29 |
| Tabla 27. Confiabilidad de resultados a 28 días flexión                         | 29 |
| Tabla 28. Análisis de la varianza resistencia a flexión del concreto a 7 días   | 29 |
| Tabla 29. Análisis de la varianza resistencia a flexión del concreto a 28 días  | 30 |
| Tabla 30. Matriz de operacionalización de variables                             | 39 |

## Índice de figuras y gráficos

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Procedimiento _____   | 11 |
| Figura 2. Curva Granulométrica de la Arena _____                      | 15 |
| Figura 3. Curva Granulométrica del Agregado Grueso _____              | 16 |
| Figura 4. Asentamiento o Slump del concreto en estado fresco _____    | 20 |
| Figura 5. Temperatura del concreto °C _____                           | 21 |
| Figura 6. Peso Unitario del Concreto patrón y sus variantes _____     | 22 |
| Figura 7. Resistencia a la compresión 7 y 28 días (comparación) _____ | 23 |
| Figura 8. Resistencia a la compresión 7 y 28 días (comparación) _____ | 24 |

## Resumen

En la presente investigación cuyo título es “Resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto con fibras macro sintéticas y metálicas en pavimentos rígidos, Trujillo”, el concreto con fibras y su aplicación en los pavimentos, las fibras mejoran las propiedades a la resistencia a la compresión, donde realmente actúan es en la resistencia a la flexión, en el pavimento el uso de fibras ayuda a darle una mayor vida útil y minimizar los mantenimientos.

Se realizaron 60 probetas de las cuales 30 probetas para el ensayo de resistencia a la compresión tanto del diseño patrón como con las adiciones de las fibras sintéticas y metálicas, se observó que a la edad de 28 días la dosificación de 20 kg de fibra metálica aumento la resistencia a la compresión en un 77.14%, 30 probetas para el ensayo de resistencia a la flexión con las distintas dosificaciones, se observó que a la edad de 28 días la dosificación de 20 kg de fibra metálica aporta un 18.01% de mayor resistencia en comparación con la resistencia a la flexión patrón, concluyendo así de manera general que el concreto si sufre cambios significativos con el uso de las fibras.

**Palabras clave:** Diseño de mezcla, concreto, análisis granulométrico, contenido de humedad, aditivos.



## **Abstract**

In the present investigation whose title is "Resistance to compression and resistance to bending of concrete with macro synthetic and metallic fibers in rigid pavements, Trujillo", concrete with fibers and their application in pavements, the fibers improve the properties to the resistance to compression, where they really act is in the resistance to bending, in the pavement the use of fibers helps to give it a longer useful life and minimize maintenance.

60 specimens were made of which 30 specimens for the compression resistance test of both the standard design and the additions of synthetic and metallic fibers, it was observed that at the age of 28 days the dosage of 20 kg of metallic fiber increased the compressive strength by 77.14%, 30 specimens for the flexural strength test with the different dosages, it was observed that at the age of 28 days the dosage of 20 kg of metallic fiber provides 18.01% of greater resistance in comparison with the standard flexural strength, thus concluding in a general way that concrete does undergo significant changes with the use of fibers.

**Keywords:** Mix design, concrete, particle size analysis, moisture content, additives.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente las mejoras en distintos países en lo que concierne a infraestructura vial y las estructuras del pavimento, estas innovaciones presentan el uso de aditivos para que de esta forma se pueda dar solución a los problemas que presentaban, sin embargo aún se presentan vías dañadas ya sea por el factor climatológico de la ciudad, o la falta de mantenimiento de estas, el exceso de carga o el mal diseño de las vías, en Chile y en Argentina se determina mediante ensayos y pruebas las propiedades que brindan las fibras.

(Carbajal Pasquel, 1998 pág. 13) , nos dice que La elaboración del concreto se da con la combinación de los materiales de cemento, agua y agregados, al mezclarse esta pasta logramos obtener una estructura plástica moldeable y que al pasar del tiempo va adquiriendo una forma sólida y con mucha resistencia que lo vuelven un material ideal para su uso en la construcción de diversas maneras. Debido a los requerimientos de construcción el concreto puede variar de acuerdo al uso que se le da, aquí es donde entran los aditivos, estos aditivos le brindan al concreto ciertas características que nos permiten que el concreto mejore en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas.

En el estado peruano la uniformidad del uso de recursos del concreto convencional en la elaboración de pavimentos rígidos, hasta el día de hoy es el diseño habitual, de trabajo en nuestra región. A pesar de la alta inversión que hacen las entidades estatales, no se consigue la meta primordial trazada que corresponden a las formas de pavimentos, ocasionalmente usado en pequeño plazo; gracias a la baja resistencia a flexión del concreto, lo cual originaba el daño veloz de los pavimentos rígidos normales.

Los pavimentos de concreto que se usan actualmente son escasos o mínimos, lo cual genera fallas de manera temprana, comúnmente se adiciona dowells o barras de acero como refuerzo, para poder absorber estos esfuerzos de tracción, pero este método no siempre resuelve el problema, por lo cual es necesario analizar las propiedades del concreto con fines de pavimentación con adiciones de fibra que para nuestro estudio son de polipropileno y fibras metálicas.

Provias Nacional propone definir el uso que se le dará al pavimento, estimar una demanda vehicular, realizar un análisis de la estructura existente para poder planificar las acciones, para una futura programación y ejecución del proyecto, para finalizar el reglamento establece conceptos de la gestión de infraestructura vial.

Los sistemas indicados en el párrafo anterior están destinados principalmente a toda la infraestructura vial, sin embargo, limitaremos el desarrollo de los puntos expuestos a solo la gestión del pavimento, la cual es parte fundamental dentro del sistema de gestión vial.

En Trujillo, (Ramirez y Zavaleta, 2017), investigan sobre qué tipo de pavimentación es la más recomendada para el sector del milagro de acuerdo a los criterios tanto normativos como criterios de la zona en el Distrito de Huanchaco, se observó en distintos sectores con fallas en la infraestructura vial. Teniendo más daños, el Centro Poblado “El Milagro”, ellos observaron los problemas del sector, sus calles lo cual no estaban pavimentadas generando así inconveniente a los conductores y a la población por falta de veredas, a causa de no estar pavimentada las calles, los vehículos que transitan generan contaminación ambiental causando daños a los pobladores del sector VI C del Centro Poblado El Milagro. Se planteó ver el costo de cada tipo de pavimento, su edad de vida útil y el cumplimiento con los parámetros del MTC, en cuestión del pavimento rígido se consideró el diseño de este, siendo de 20 cm de espesor para poder así soportar la carga del tráfico vehicular que demanda dichas avenidas, para el cumplimiento de estas resistencia se realizó un estudio de cantera (pág. 87).

La normativa que regula la investigación en cuestión del concreto desde antes de su elaboración es la norma técnica peruana y las norma que regula el tipo de pavimentación y las características de este es el MTC.

Se plantea **el problema**: ¿Cómo influyen las fibras macro sintéticas y fibras metálicas en la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión para concretos con fines de pavimentación?

Es objetivo de esta investigación, tratar de optimizar la resistencia del concreto, para esto se planteó trabajar con el 0.5% y 1% de SikaCem plastificante y con

1kg/bolsa de cemento Sikacem-1 plastificante, lo cual se verá en la resistencia a la compresión y flexión evaluada a edades de, 7, 28 días respectivamente, densidad y absorción del concreto.

Como **justificación técnica** para la investigación, se está considerando los aditivos que nos ayude a tener un concreto con características específicas en las cuales se verá una mayor trabajabilidad, resistencia a la compresión mayor, como **justificación socioeconómica**, el uso de aditivos en el concreto aumenta el valor x m<sup>3</sup> de concreto, este aumento se ve compensado con el beneficio de tener una mejor calidad, mayor seguridad, y por último la **justificación ambiental**, el uso de las fibras macro sintéticas metálicas brindaran al pavimento un mayor tiempo de vida útil, la cual generará que disminuya el consumo de recursos naturales (canteras).

El **objetivo principal**: Determinar la influencia de las fibras macro sintéticas y metálicas (Sika fiber forcé pp-60 y Sika fiber CHO80/60NB) en la resistencia a la compresión y a flexión de concretos, para la pavimentación.

Con los **objetivos específicos**: (1) Evaluar la influencia de las fibras macro sintéticas en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en el pavimento, (2) Evaluar la influencia de las fibras metálicas en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en el pavimento, (3) Determinar mediante el análisis estadístico del Anova de un factor el porcentaje que tiene mayor incidencia en el concreto.

Cuya **hipótesis** es la siguiente: las fibras macro sintéticas y metálicas aportan cambios significativos a la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión de concretos con fines de pavimentación.

## II. MARCO TEÓRICO

**Farfan y Pinedo (2018).** En la investigación titulada “**FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO**” su investigación fue, calcular la influencia con la fibra de acero en la resistencia a la compresión. Concluyendo que la granulometría de los agregados cumplen; con las fibras de acero agregadas al concreto se obtiene una mejor trabajabilidad teniendo en cuenta 25 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanzado una resistencia a la compresión de 212,39kg/cm<sup>2</sup> y 1.1% sobrepasando el porcentaje del concreto estándar, esta dosificación también permite que aumente la resistencia a la compresión, con respeto a las otras dosificaciones en las cuales se observó una disminución en la resistencia (Farfan Cordova, y otros, 2018 pág. 11).

**Quispe cirilo y otros.** En su artículo titulado “**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**” su finalidad fue, estudiar el concreto hidráulico en las formas de pavimentos rígidos agregándole fibra de polipropileno, en el Asentamiento Humano Villa María- Nuevo Chimbote. Llegando a la conclusión sobre los ensayos a la flexión. Se obtuvieron buenos rendimientos en los ensayos realizados teniendo en cuenta la recomendación del fabricante de un 100%, obteniendo como resultado valores muy altos en el ensayo, también puede ser aplicada con el 115% de fibra (Quispe Cirilo, y otros, 2017 pág. 155). La cantidad de agregados con relación A/C tuvo como promedio máximo al diseño de todos los porcentajes ensayados lo cual fue recomendado por el fabricante, brindando la mayor resistencia el de 125%, no obstante, por el costo y la trabajabilidad, se llegó a la conclusión que el porcentaje de 115% fue el más viable para el fabricante (Quispe Cirilo, y otros, 2017 pág. 156).

**Prakash Thenmozhi y Sudharshan (2020).** con su artículo de investigación titulado “**ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR**” su investigación fue, determinar el cambio en las propiedades mecánicas del concreto con fibras de bagazo de caña de azúcar, obteniendo la conclusión, que el concreto con fibras naturales y bagazo de caña de azúcar son materiales que se pueden usar en la construcción con un alto potencial y muy económicos,

siendo similar a las mezclas hechas de manera tradicional. El concreto fibra reforzado tiene como finalidad que después de haber fisuras, la estructura pueda absorber las cargas sin colapsar y seguir funcionando. Por lo que es importante reforzar el concreto con fibras para una mejor resistencia contribuyendo a que el concreto tenga mejores características específicas y favorables para diferentes ramas de la construcción (Prakash, y otros, 2020 pág. 40).

En el artículo de investigación titulado “**CARACTERIZACIÓN MECÁNICA DE COMPUESTOS POLIÉSTER/FIBRA DE GUADUA Y POLIÉSTER/FIBRA DE GUADUA**” su objetivo fue, evaluar el poliéster y la fibra de guadua como materiales para la fabricación de productos híbridos con el fin de reducir costos, aplicado a la construcción llegando a la conclusión de que los materiales conformados de matriz polimérica reforzados con fibras de guadua angustifolia Kunt, fibra de vidrio y compuestos híbridos fueron producidos. Empleando varias técnicas de caracterización, es que pudo ser posible evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales fabricados. Fue factible fabricar materiales compuestos híbridos al combinarse fibras naturales y sintéticas (guadua y vidrio), como refuerzo de una matriz polimérica. En general, las propiedades del material híbrido muestran variaciones lógicas en relación a los compuestos reforzados con sólo fibra de guadua o sólo fibra de vidrio esto debido a que se establece un equilibrio entre ventajas y desventajas de las propiedades de ambos tipos de fibras.(Moreno Montoya, y otros, 2018 pág. 348).

**Vela y Zegarra**, en su investigación denominada “**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO CON FIBRA DE ACERO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN EL DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LOS JIRONES JOSÉ OLAYA Y SEVILLA, MORALES, 2018**” tuvo como objetivo principal el diseño del pavimento rígido agregándole fibra de acero para perfeccionar la resistencia del concreto en el diseño de infraestructura. Concluyendo que en la realización de diseño mezcla de dos tipos: El primero de concreto usual y el segundo un concreto agregándole la fibra de acero. En el primer diseño se logró obtener un agregado máximo nominal  $\frac{3}{4}$ ” con una relación  $a/c = 0.557$  y 2% de vacíos teniendo 28 días de curado. En el otro

diseño se logró obtener un agregado máximo nominal también  $\frac{3}{4}$ ", con una relación a/c = 0.557 y 2% de vacíos agregándole 10% de fibra de acero teniendo 28 días para de curado. Entre los diseños se eligió el segundo por la adición del aditivo, pudiendo llegar a una mejor resistencia en el concreto a diferencia del primer concreto diseñado (2018 pág. 91).

Se presenta el **marco teórico**:

**Concreto**, Es la unión agregados fino y grueso. Los cuales se le añade cemento y agua, que también se le puede añadir aditivos para obtener una mejor calidad de concreto en cuanto a su propiedad física y mecánicas (MTC, 2013 pág. 15).

**El cemento**, es un material triturado que se usa de acuerdo a la dosificación que se diseñe, que al agregar el agua se forma masa plástica que después se endurece, por los químicos que tiene dicho material (Reglamento nacional de edificaciones, 2009 pág. 26).

**El agua** es un componente indispensable, que ayuda a realizar la masa que conocemos como concreto que requiere en su estado fresco, lo cual permita una mejora trabajabilidad, cumpliendo las propiedades que se necesita para llegar a un estado sólido. El agua tiene mucha importancia y su uso debe ser de agua potable, sin embargo, también se puede usar el agua de los ríos o afluentes naturales, teniendo en cuenta que no debe tener color ni olor (Norma técnica peruana, 2008 pág. 4).

**Los agregados** son materiales granulares los cuales se obtienen en la cantera, las cuales son arena, piedra delgada y gruesa, que conforman el concreto hidráulico (Reglamento nacional de edificaciones, 2009 pág. 25).

**Las Fibras** Son elaboradas de diferentes formas y tamaños las cuales tienen como finalidad usarse para el concreto. Su función principal es evitar que el concreto tenga fisuras, pero a la vez mayor durabilidad (MACCAFERRI, 2018 pág. 3).

**Fibras sintéticas**, Las fibras sintéticas son fibras creadas para uso estructural para concreto proyectado o convencional, usado en losas, pisos industriales, cimentaciones, elementos prefabricados porque tiene una alta resistencia a la

abrasión, siendo sus principales características alto rango de absorción de energía, evitar las grietas, mayor durabilidad debido a la alta resistencia química teniendo una superficie sin óxido. Su base química es poliolefina (MACCAFERRI, 2018).

**Fibras metálicas.** El uso de la fibra para reforzar al concreto es creado en base a cementos hidráulicos los cuales se realizan con agregados finos y gruesos o solo finos con una adición de fibras lo cual mejora el concreto (ACI544.1R, 1996).

**El pavimento rígido** está compuesto por concreto simple o armado, la cual se descansa en las capas, base y subrasante. La rigidez que tiene la losa y su alto módulo de elasticidad, tienden a absorber los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que conlleva a una buena repartición de las cargas, obteniendo bajas tensiones de los esfuerzos que se ejercen en la subrasante. Las losas de concreto en su mayoría están compuestas de acero, teniendo mayor costo que el flexible, (2013 pág. 24).



### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Por el propósito

“Aplicada: su principal propósito es instaurar una moderna técnica a partir del conocimiento obtenido, con una exploración para decidir cuales logran llegar los objetivos” (Catacora, 2018 pág. 14).

##### 3.1.2 Según el diseño

“Experimental: está constituido por dos elementos que debe estudiar que corresponde: dos variables una es manipulada y la otra es constante” (QUESTIONPRO).

##### 3.1.3 Según el nivel

“Explicativa: ofrece aproximaciones relacionado al vínculo las cuales son causa y efecto; lo cual tiene como fin crear dichas variables que será observadas y conformar la hipótesis objeto de estudio” (TESIS PLUS, 2019, Parr. 2).

##### 3.1.4 Diseño de investigación

“Experimental puro: está compuesto por una o varias variables; independientes y dependientes. En pocas palabras los experimentos en forma de diseños son usado por el observador que va a determinar el efecto de una causa manipulable” (Metodologia de la Investigacion, 2014 pág. 82).

#### 3.2 Variables y operacionalización

##### 3.2.1 Variables

###### 3.2.1.1 Variable independiente:

###### **Sika Fiber Force PR-60, Sika Fiber 80/60 NB**

Esta es manipulada por quien está realizando la investigación, y no depende de ninguna otra.

###### 3.2.1.2 Variable dependiente:

###### **Concreto con fines de pavimentación**

##### 3.2.2 Operacionalización de variables:

###### **Variable Independiente 1: Sika Fiber Force PR-60**

- Definición conceptual: fibras macrosintéticas de 60 mm
- Definición operacional: Se adicionará 3.5 Kg y 5.0 Kg
- Dimensiones: 0.91 kg/l

**Variable Independiente 2: Sika Fiber CHO80/60nb**

**Variable Dependiente: Concreto con fines de pavimentación**

**3.3 Población - Muestra**

**3.3.1 Población**

Es la cantidad de probetas de concreto que serán elaborados en el laboratorio; probetas circulares y rectangulares.

**3.3.2 Muestra**

**3.3.2.1 Técnica de muestreo no probabilístico por juicio de experto**

La siguiente investigación se realizará con la técnica de muestreo no probabilístico, teniendo en cuenta que se usaran los resultados que tengan una mayor resistencia a la compresión y flexión en el concreto la cual a sido modificada por la adición de SikaFiber Force 60 mm y SikaFiber cho 80/60.

**3.3.2.2 Tamaño de muestra**

En la siguiente investigación las muestras serán expuesta a la resistencia a compresión y a flexión, usándose el cemento Pacasmayo ms obteniendo un total de 60 probetas para ser analizada.

**Tabla 1. Pruebas de las propiedades físicas del concreto**

| Muestra                                   | S | T | P | Nº de Pruebas |
|---|---|---|---|---------------|
| Patron                                    | 1 | 1 | 1 | 3             |
| Patron + Macrofibra Polipropileno (3.5kg) | 1 | 1 | 1 | 3             |
| Patron + Macrofibra Polipropileno (5.0KG) | 1 | 1 | 1 | 3             |
| Patron + Fibra Metálica (15kg)            | 1 | 1 | 1 | 3             |
| Patron + Fibra Metálica (20KG)            | 1 | 1 | 1 | 3             |
| TOTAL                                     | 5 | 5 | 5 | 15            |

*Nota:* N°: S: slump, T: temperatura, P: peso unitario

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2. Pruebas de las propiedades mecánicas del concreto**

| Muestra resistencia a compresión          | 7 d | 28 d | Nº de Pruebas |
|---|-----|------|---------------|
| Patrón                                    | 3   | 3    | 6             |
| Patron + Macrofibra Polipropileno (3.5kg) | 3   | 3    | 6             |
| Patron + Macrofibra Polipropileno (5.0KG) | 3   | 3    | 6             |
| Patron + Fibra Metálica (15kg)            | 3   | 3    | 6             |
| Patron + Fibra Metálica (20KG)            | 3   | 3    | 6             |
| TOTAL                                     | 15  | 15   | 30            |

Nota: Nº: numero, d: días

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3. Pruebas de las propiedades mecánicas del concreto**

| Muestra resistencia a flexión             | 7 d | 28 d | Nº de Pruebas |
|---|-----|------|---------------|
| Patrón                                    | 3   | 3    | 6             |
| Patron + Macrofibra Polipropileno (3.5kg) | 3   | 3    | 6             |
| Patron + Macrofibra Polipropileno (5.0KG) | 3   | 3    | 6             |
| Patron + Fibra Metálica (15kg)            | 3   | 3    | 6             |
| Patron + Fibra Metálica (20KG)            | 3   | 3    | 6             |
| TOTAL                                     | 15  | 15   | 30            |

Nota: Nº: numero, d: días

Fuente: Elaboración propia

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

#### **3.4.1 Técnica**

“Es la parte fundamental que todo investigador tiene que realizar para poder conseguir toda información con respeto a la investigación” (Puente, 2018, párr.1).

#### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos**

En cuanto al método empleado, en el laboratorio se realizó la recolección de datos con los instrumentos proporcionado e instrucciones indicadas por el técnico, el cual se realizó conjuntamente. (ver Anexos).

#### **3.4.3 Validez de la recolección de datos**

La validación de datos recoleccionados en el laboratorio serán validados por 3 profesionales: el ingeniero laboratorista, el técnico laboratorista y el asesor. Teniendo en cuenta la norma (E-060, NTP 339.034, NTP 339.079, ASTM C78 y Norma ACI 211). Se tiene que explicar lo que un

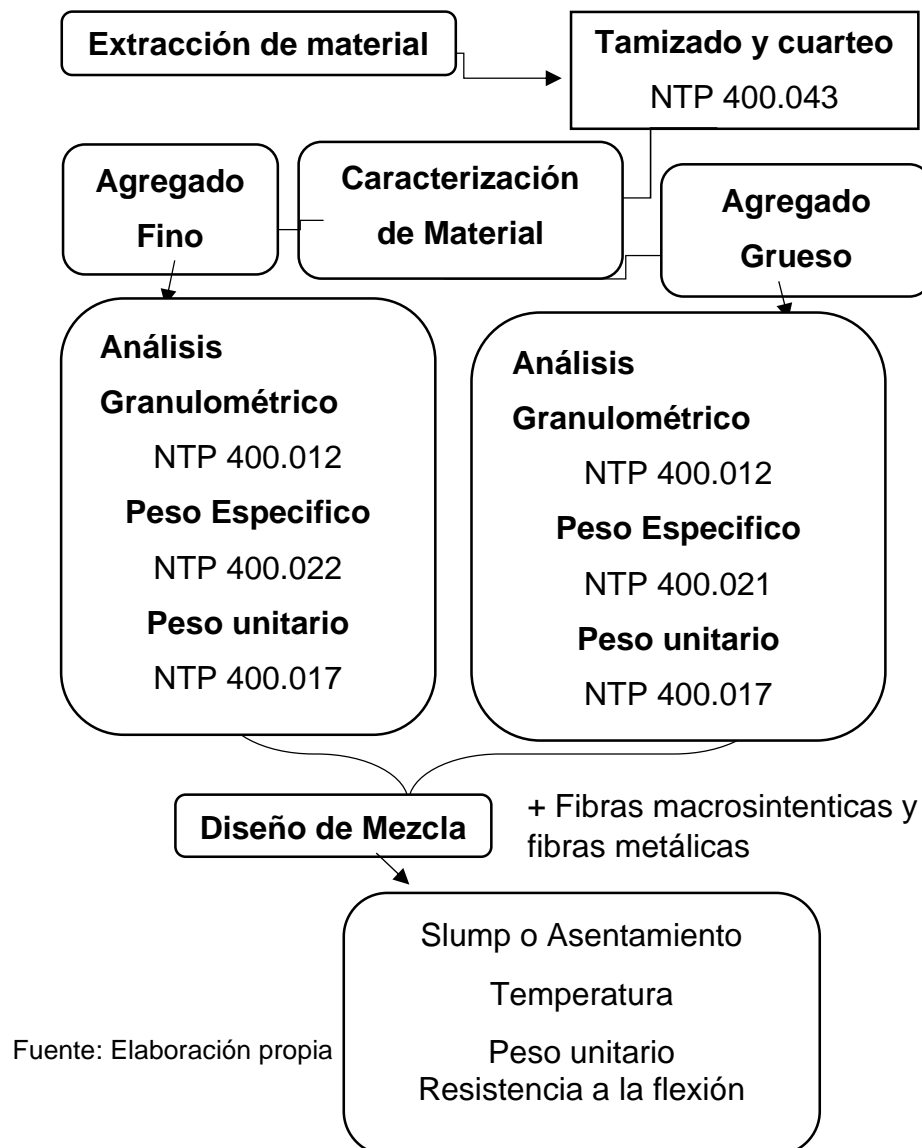
instrumento evalúa, teniendo que ser una particularidad innata dentro del test, la totalidad y beneficios propios (Sanchez, 2017 pág. 1).

### 3.4.4 Confiabilidad de la recolección de datos

El jefe del laboratorio con quien se realizó la recolección de datos para una mejor confiabilidad de sus instrumentos a utilizar para dicha investigación me brindo el certificado técnico para medir la fluidez y resistencia a la compresión. La precisión o también llamada confiabilidad teniendo en cuenta el grado donde los puntajes de la medición, precisan el grado de una aplicación repetida (Rusque, 2010, pág.134).

## 3.5 Procedimientos

Figura 1. Procedimiento



Fuente: Elaboración propia

**La Granulométrica del agregado**, se elegirá los tamices con dimensiones apropiados para proporcionar la información necesaria que cumplan con la norma. La aplicación de tamices que se puedan adicionar es opcional para adquirir otra información, como el módulo de fineza o para dosificar la cantidad de material aproximadamente de un tamiz. Se ordena los tamices de forma decreciente por el tamaño de abertura. Accionar mediante una herramienta mecánica o manual por un tiempo determinado, realizado por la cantidad de la muestra a analizar, adquiriendo los criterios de capacidad o tamizado (Reglamento nacional de edificaciones, 2009).

**Ensayo de la densidad, pesos específico y absorción del agregado**, Poner la muestra de ensayo en una vasija luego se pone a secar en el horno hasta se haga una masa firme con una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C}$ . Luego de haberse enfriado a una temperatura que se pueda manipular, recubrirlo con agua, pudiendo ser por sumergimiento o por añadidura luego de alcanzar el 6 % de humedad del agregado fino, dejarlo que repose  $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$ . Se debe poner firme el recipiente sobre un área blanda que no absorba, el ancho mayor debe estar abajo. Poner la proporción del agregado fino disperso parcialmente seco en el recipiente, llenarlo al tope y acumulando material adicional en la parte superior del recipiente sujetarlo con la mano que sujeta el recipiente. Sutilmente pisonear el agregado fino en el recipiente dándole 25 impactos usando la varilla. Empezar cada impacto alrededor de 5 mm sobre la zona superior del agregado fino. Permitir que al momento de pisonear con la varilla en cada pisoneada caiga libremente. Acomodar la altura en cada capa y repartir los impactos sobre el área. Separar la arena suelta de la base y elevar el molde verticalmente. Si el humedecimiento del área permanece, el agregado fino mantendrá su apariencia moldeada. El rápido descenso del agregado fino moldeado señala que el agregado está en una condición de área seca. El picnómetro se llena parcialmente con líquido. Meter en el picnómetro de agregado fino, seca superficialmente y completar con líquido casi el 90 % de su espacio. Luego oscilar el picnómetro. Una vez ya eliminado las burbujas de aire, acondicionar la calentura del picnómetro y el volumen a  $23,0^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$ . Definir el íntegro del volumen que se encuentra en el picnómetro, el espécimen, y el agua. Separar el agregado fino del picnómetro,

se coloca a deshumedecer en el horno a una masa firme, a temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , luego se pone refrescar a temperatura de ambiente durante  $1\text{ h} \pm 1/2\text{ h}$ , y definir la masa, Definir la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a  $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Norma Técnica Peruana 400.022, 2013).

**Elaboración de probetas Cilíndricas**, la construcción de probetas cilíndricas de  $10\text{cm} \times 20\text{cm}$  se hace en dos capas cada capa con 25 inserciones (chuzeadas), se utiliza un cucharón, probetas cilíndricas, un martillo cabeza de goma y varilla lisa de  $5/8^{\text{a}}$  para la compactación. El curado que se hace a las probetas inicialmente es bajo temperatura ambientes entre los  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  y así prevenir las proveas pierdan su humedad. Después las probetas se almacenarán en agua de cal, dicha saturación del agua se logra alcanza colocando 2g de cal hidratada por litro de la misma. **Ensayo de resistencia a la compresión**, El ensayo se efectuará inmediatamente cuando se retire la probeta esta sumergida en el agua logrando mantener la probeta mojada. Se colocará en la maquina aplicando una carga continua de  $0.25 \pm 0.05\text{ MPa/s}$ . Se calculará cuanto resiste la probeta a compresión, dando como resultado a proximidad de 0.1 MPa (Mogrovejo Alvares, y otros, 2019 pág. 39).

### **3.6 Método de análisis de datos**

Se realizo el análisis estadístico teniendo en cuenta la metodología de análisis de varianza mediante la prueba de tukey, la cual es en conjunto con ANOVA, siendo utilizada por que tenemos varias comparaciones.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presenta investigaciones será realizado por el investigador, el cual tiene por finalidad ser en su totalidad original teniendo en cuenta las normas peruanas e internacionales, citado correcto según el manual iso, se estará realizando en un laboratorio particular.

#### IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos del presente proyecto de investigación, que se evidenciara en tablas y gráficos.

Los materiales de adición en esta investigación son: el SIKA FIBER FORCE PR-60 y SIKA FIBERCHO 80/60NB

##### **Sika FiberForce PR-60**

Es una fibra Macrosintéticas de 60mm de largo, se usa en el concreto teniendo muchas ventajas al adicionarlo: mejora las características del hormigón endurecido; superficies sin oxido, mayor durabilidad por la resistencia química, dosificación recomendada >6 kg/m<sup>3</sup>.

*Tabla 4. Propiedades Físicas del Sika Force PR-60*

|                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Estado físico</b>         | <b>Fibras rectas y con relieve</b>  |
| <b>Envase de procedencia</b> | Sacos hidrosolubles de 5kg          |
| <b>Estabilidad química</b>   | El producto es químicamente estable |
| <b>Color</b>                 | Varios                              |
| <b>Olor</b>                  | inodoro                             |

Fuente: Elaboración propia

##### **Sika FiberCHO 80/60 NB**

Son fibras de acero trefilado, se usa en el concreto obteniendo mejores resultados en sus propiedades físicas y mecánicas, se usa mayormente en losas de concreto tradicional.

*Tabla 5. Propiedades Físicas del Sika Fiber CHO 80/60 NB*

|                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| <b>Estado físico</b> | <b>Fibras de acero</b> |
| <b>Color</b>         | Metálico               |
| <b>Olor</b>          | Inodoro                |

Fuente: Elaboración propia

## 4.1 Características del agregado

### 4.1.1 Agregado fino

Teniendo en cuenta la norma técnica peruana (NTP) 400.012 (NTP) 400.037 se realizó el análisis.

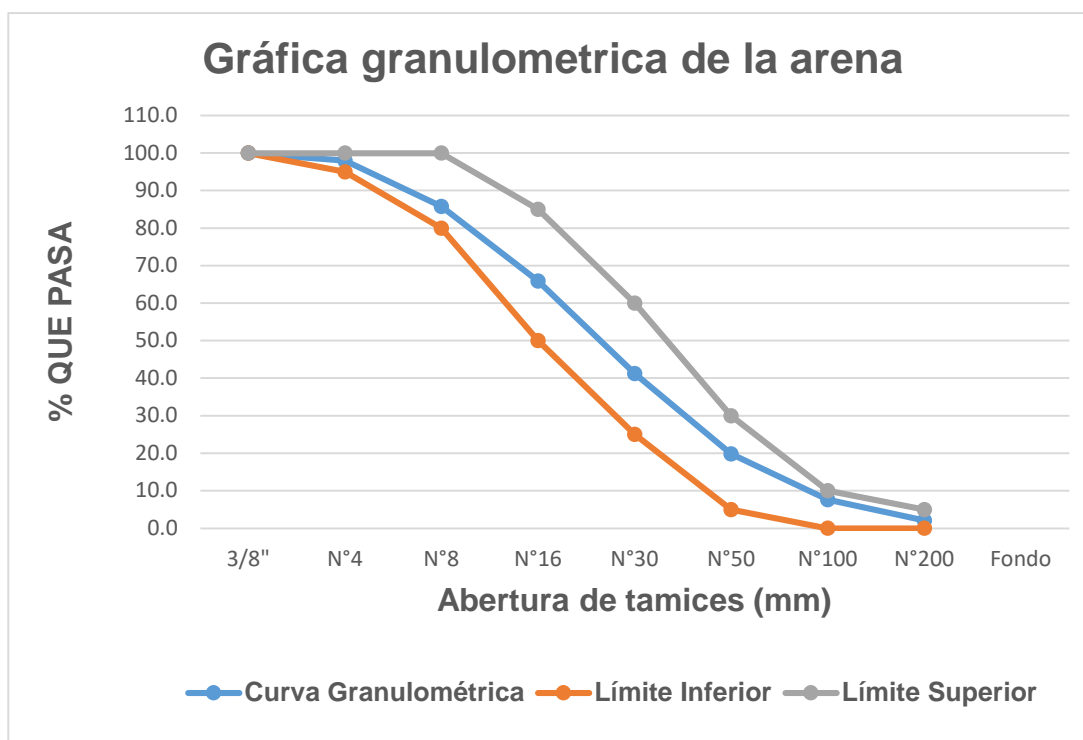
Tabla 6. Caracterización del agregado fino (arena)

| Módulo de Fineza | Humedad | Absorción | Peso unitario seco       | Peso unitario compactado |
|------------------|---------|-----------|--------------------------|--------------------------|
| 2.82             | 0.70%   | 1.10%     | 1.624 kg/cm <sup>3</sup> | 1.788 kg/cm <sup>3</sup> |

Fuente: Elaboración propia

El agregado fino, teniendo en cuenta la norma técnica peruana, obtenido así una clasificación y características del agregado.

Figura 2. Curva Granulométrica de la Arena



Fuente: Elaboración propia

La granulometría del agregado fino de la cantera Quebrada León, con el fin de conocer el MF del agregado de 2.82, y su clasificación como arena gruesa o arena fina, el cual se puede apreciar que cumple con las propiedades para el diseño de mezcla.



#### 4.1.2 Agregado grueso:

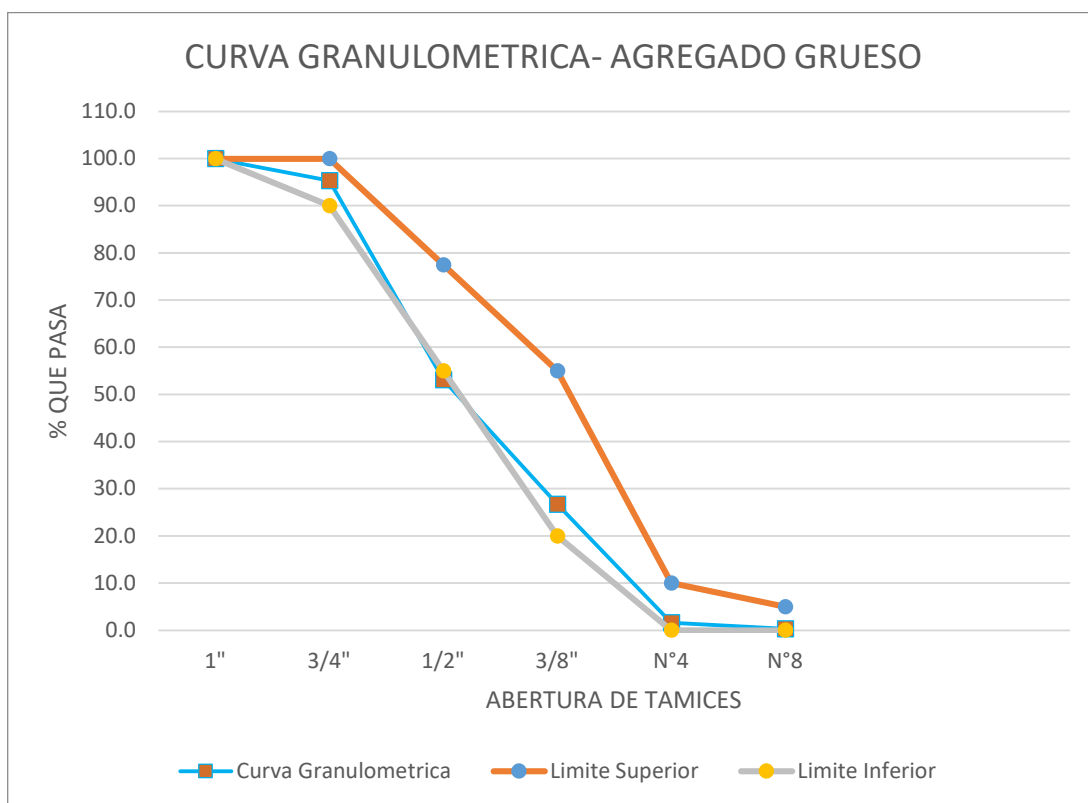
Teniendo en cuenta la norma técnica peruana (NTP) 400.012 (NTP) 400.037 se realizó el análisis.

**Tabla 7. Caracterización del Agregado Grueso**

| Tamaño máximo nominal | Humedad | Absorción | Peso unitario seco       | Peso unitario compactado |
|-----------------------|---------|-----------|--------------------------|--------------------------|
| 3/4                   | 0.6%    | 1%        | 1.324 kg/cm <sup>3</sup> | 1.538 kg/cm <sup>3</sup> |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 3. Curva Granulométrica del Agregado Grueso**



Fuente: Elaboración propia

*Resultado granulométrico de la cantera Quebrada León, con el fin de conocer el TMN del agregado de 3/4, el cual se puede apreciar que cumple.*

## 4.2 Diseño de mezcla

Se realizó el diseño del concreto tanto patrón ( $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>) y sus distintas combinaciones.

**Tabla 8. Diseño de Mezcla del Concreto Patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

| Dosificación del Concreto Patrón |            |                                   |                              |                                     |                                  |               |
|----------------------------------|------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| Materiales                       | %          | Peso Seco<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Volumen<br>(m <sup>3</sup> ) | Peso Húmedo<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Peso SSS<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Tanda<br>30 L |
| Cemento tipo MS                  | 1          | 367                               | 0.12246                      | 367                                 | 367                              | 11.02         |
| Agua                             |            | 205                               | 0.205                        | 213                                 | 205                              | 6.38          |
| Arena                            |            | 778                               | 0.29364                      | 783                                 | 787                              | 23.48         |
| Piedra H67                       |            | 965                               | 0.3589                       | 971                                 | 975                              | 29.19         |
| Sika Fiber Force PP-60           | 1020 0.00% | 0                                 | 0                            |                                     |                                  |               |
| Sika Fiber Force CHO 80/60 NB    | 1040 0.00% | 0                                 | 0                            |                                     |                                  |               |
| Aire Atrapado                    | 2.00%      |                                   | 0.02                         |                                     |                                  |               |
| <b>Total</b>                     |            | <b>2316</b>                       | <b>1</b>                     | <b>2334</b>                         | <b>2334</b>                      | <b>70.03</b>  |

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el diseño de mezcla patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 9. Diseño de Mezcla del concreto patrón + 3.5 kg de macro fibra**

| Dosificación del Concreto Patrón+ 3.5 kg de macro fibra |       |                                   |                              |                                     |                                  |               |
|---|-------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| Materiales  | %     | Peso Seco<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Volumen<br>(m <sup>3</sup> ) | Peso Húmedo<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Peso SSS<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | Tanda<br>30 L |
| Cemento tipo MS   | 1     | 367                               | 0.12246                      | 367                                 | 367                              | 11.02         |
| Agua  |       | 205                               | 0.205                        | 213                                 | 205                              | 6.38          |
| Arena   |       | 778                               | 0.29364                      | 783                                 | 787                              | 23.48         |
| Piedra H67  |       | 965                               | 0.3589                       | 971                                 | 975                              | 29.19         |
| Sika Fiber Force PP-60                                  | 1020  | 3.5                               | 0                            | 3.5                                 | 3.5                              | 0.105         |
| Sika Fiber Force CHO 80/60 NB                           | 1040  | 0                                 | 0                            |                                     |                                  |               |
| Aire Atrapado   | 2.00% |                                   | 0.02                         |                                     |                                  |               |
| <b>Total</b>  |       | <b>2319</b>                       | <b>1</b>                     | <b>2338</b>                         | <b>2338</b>                      | <b>70.13</b>  |

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el diseño de mezcla agregando 3.5 kg de macro fibra x m<sup>3</sup> de concreto, para la tanda a elaborar solo se empleó 0.105 kg de fibra Fiber Force PP-60, esta fibra solo se adiciona a la mezcla, no altera ni un volumen ya conocido por el diseño patrón.

**Tabla 10. Diseño de Mezcla del concreto patrón + 5.0 kg de macro fibra**

| <b>Dosificación del Concreto Patrón+ 5.0 kg de Macro fibra</b> |              |  |                                    |   |  |                       |
|--|--------------|--|------------------------------------|---|--|-----------------------|
| <b>Materiales</b>  | <b>%</b>     | <b>Peso Seco<br/>( kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Volumen<br/>(m<sup>3</sup>)</b> | <b>Peso<br/>Húmedo<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Peso SSS<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Tanda<br/>30 L</b> |
| <b>Cemento tipo MS</b>   | 1            | 367                                      | 0.12246                            | <b>367</b>                                    | 367                                    | <b>11.02</b>          |
| <b>Agua</b>  |              | 205                                      | 0.205                              | <b>213</b>                                    | 205                                    | <b>6.38</b>           |
| <b>Arena</b>   |              | 778                                      | 0.29364                            | <b>783</b>                                    | 787                                    | <b>23.48</b>          |
| <b>Piedra H67</b>  |              | 965                                      | 0.3589                             | <b>971</b>                                    | 975                                    | <b>29.19</b>          |
| <b>Sika Fiber Force PP-60</b>                                  | 1020         | 5  | 0                                  | <b>5</b>                                      | 5                                      | <b>0.15</b>           |
| <b>Sika Fiber Force CHO 80/60 NB</b>                           | 1040         | 0  | 0                                  |   |  |                       |
| <b>Aire Atrapado</b>   | <b>2.00%</b> |  | 0.02                               |   |  |                       |
| <b>Total</b>   |              | <b>2321</b>                              | <b>1</b>                           | <b>2339</b>                                   | <b>2339</b>                            | <b>70.15</b>          |

Fuente: Elaboración propia

Se muestra el diseño de mezcla agregando 5.0 kg de macro fibra x m<sup>3</sup> de concreto, para la tanda a elaborar solo se empleó 0.150 kg de fibra Fiber Force PP-60, esta fibra solo se adiciona a la mezcla, no altera ni un volumen ya conocido por el diseño patrón.

**Tabla 11. Diseño de Mezcla del concreto patrón + 15 kg de fibra metálica**

| <b>Dosificación del Concreto Patrón+ 15 kg de fibra metálica</b> |              |  |                                    |   |  |                       |
|--|--------------|--|------------------------------------|---|--|-----------------------|
| <b>Materiales</b>  | <b>%</b>     | <b>Peso Seco<br/>( kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Volumen<br/>(m<sup>3</sup>)</b> | <b>Peso<br/>Húmedo<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Peso<br/>SSS<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Tanda<br/>30 L</b> |
| <b>Cemento tipo MS</b>   | 1            | 367                                      | 0.12246                            | <b>367</b>                                    | 367  | <b>11.02</b>          |
| <b>Agua</b>  |              | 205                                      | 0.205                              | <b>213</b>                                    | 205  | <b>6.38</b>           |
| <b>Arena</b>   |              | 778                                      | 0.29364                            | <b>783</b>                                    | 787  | <b>23.48</b>          |
| <b>Piedra H67</b>  |              | 965                                      | 0.3589                             | <b>971</b>                                    | 975  | <b>29.19</b>          |
| <b>Sika Fiber Force PP-60</b>                                    | 1020         |  | 0                                  |   |  | <b>0.15</b>           |
| <b>Sika Fiber Force CHO 80/60 NB</b>                             | 1040         | 15                                       | 0                                  | 15  | 15   | 0.45                  |
| <b>Aire Atrapado</b>   | <b>2.00%</b> |  | 0.02                               |   |  |                       |
| <b>Total</b>   |              | <b>2331</b>                              | <b>1</b>                           | <b>2349</b>                                   | <b>2349</b>                                | <b>70.48</b>          |

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12. Diseño de Mezcla del concreto patrón + 20 kg de fibra**

| <b>Dosificación del Concreto Patrón+ 20 kg de fibra metálica</b> |              |  |                                    |   |  |                       |
|--|--------------|--|------------------------------------|---|--|-----------------------|
| <b>Materiales</b>  | <b>%</b>     | <b>Peso Seco<br/>( kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Volumen<br/>(m<sup>3</sup>)</b> | <b>Peso Húmedo<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Peso SSS<br/>(kg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Tanda<br/>30 L</b> |
| Cemento tipo MS  | 1            | 367                                      | 0.12246                            | <b>367</b>                                | 367                                    | <b>11.02</b>          |
| Agua   |              | 205                                      | 0.205                              | <b>213</b>                                | 205                                    | <b>6.38</b>           |
| Arena  |              | 778                                      | 0.29364                            | <b>783</b>                                | 787                                    | <b>23.48</b>          |
| Piedra H67   |              | 965                                      | 0.3589                             | <b>971</b>                                | 975                                    | <b>29.19</b>          |
| Sika Fiber Force PP-60   | 1020         |  | 0                                  |   |  | <b>0.15</b>           |
| Sika Fiber Force CHO 80/60 NB                                    | 1040         | 20                                       | 0                                  | 20  | 20                                     | 0.6                   |
| Aire Atrapado  | <b>2.00%</b> |  | 0.02                               |   |  |                       |
| <b>Total</b>   |              | <b>2336</b>                              | <b>1</b>                           | <b>2354</b>                               | <b>2354</b>                            | <b>70.63</b>          |

Fuente: Elaboración propia

Diseño de mezcla agregando 20.0 kg de fibra metálica Sika Fiberorce CHO80/60 x m3 de concreto, para la tanda a elaborar solo se empleó 0.600 kg de fibra Fiber Force CHO80/60, esta fibra solo se adiciona a la mezcla, no altera ni un volumen ya conocido por el diseño patrón.

### 4.3 Propiedades físicas del concreto

#### 4.3.1 Prueba de consistencia del concreto (asentamiento)

**Tabla 13. Prueba de consistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

| <b>Concreto</b>                 | <b>Asentamiento<br/>(plg)</b> | <b>%</b> |
|---------------------------------|-------------------------------|----------|
| patrón                          | 5                             | 100%     |
| Patrón + (3.5 kg macro fibra)   | 2 1/2                         | 50%      |
| Patrón + (5.0 kg macro fibra)   | 2                             | 40%      |
| Patrón + (15 kg fibra metálica) | 2 3/4                         | 55%      |
| Patrón + (20 kg fibra metálica) | 2 1/2                         | 50%      |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 4. Asentamiento o Slump del concreto en estado fresco**



Fuente: Elaboración propia

Slump del patron  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  para obtener los asentamientos del concreto patrón que es 5" (100%) como con las diferentes dosificaciones, se observó el asentamiento del concreto en promedio se redujo a un 49% ya que las fibras le restan trabajabilidad a la mezcla.

### 4.3.2 Prueba de temperatura del concreto ( $T^0$ )

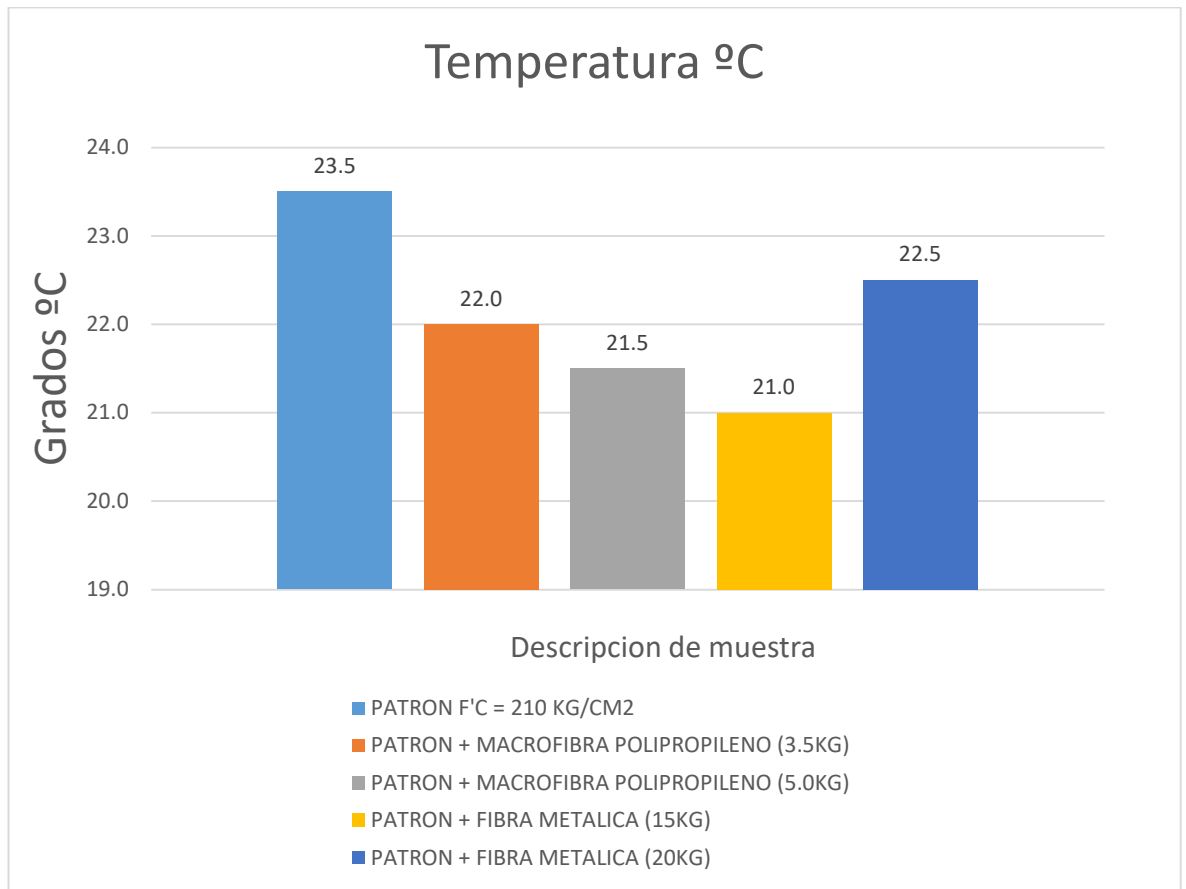
**Tabla 14. Prueba de temperatura del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 = \text{patron}$**

| Concreto                                  | Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) | %       |
|---|------------------------------------|---------|
| PATRON                                    | 23.50                              | 100.00% |
| PATRON + MACROFIBRA POLIPROPILENO (3.5KG) | 22.00                              | 93.62%  |
| PATRON + MACROFIBRA POLIPROPILENO (5.0KG) | 21.50                              | 91.49%  |
| PATRON + FIBRA METALICA (15KG)            | 21.00                              | 89.36%  |
| PATRON + FIBRA METALICA (20KG)            | 22.50                              | 95.74%  |

Fuente: Elaboración propia

En la ciudad de Trujillo Se desarrolla con normalidad el concreto ya que la temperatura permita no tenga cuidados o diseños especiales el concreto.

**Figura 5. Temperatura del concreto °C**



Fuente: Elaboración propia

Ensayo y control de la temperatura del concreto, la cual para la zona de Trujillo debe variar en entre los 21 °C y 27 °C.

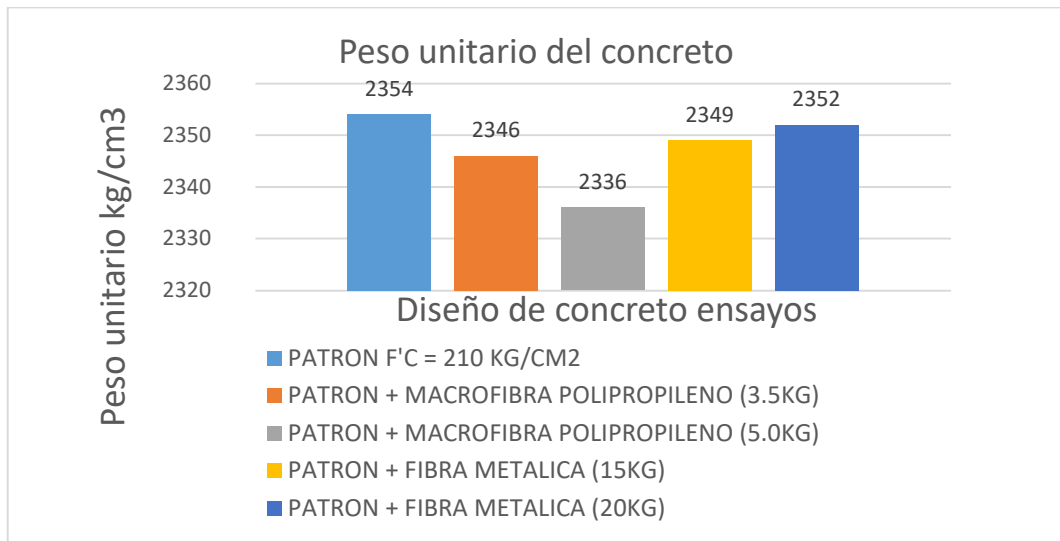
### 4.3.3 Prueba Peso Unitario del Concreto

**Tabla 15. Prueba del Peso Unitario del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

| Concreto                                  | P.U.C<br>kg/cm <sup>3</sup> | %       |
|---|-----------------------------|---------|
| PATRON                                    | 2354                        | 100.00% |
| PATRON + MACROFIBRA POLIPROPILENO (3.5KG) | 2346                        | 99.66%  |
| PATRON + MACROFIBRA POLIPROPILENO (5.0KG) | 2336                        | 99.24%  |
| PATRON + FIBRA METALICA (15KG)            | 2349                        | 99.79%  |
| PATRON + FIBRA METALICA (20KG)            | 2352                        | 99.92%  |

Fuente: Elaboración propia

**Figura 6. Peso Unitario del Concreto patrón y sus variantes**



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la NTP E0.30 capítulo de estructuras y cargas del peso unitario del concreto convencional  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  debe variar entre los  $2200 \text{ kg/m}^3$  y  $2400 \text{ kg/m}^3$ .

## 4.4 Propiedades Mecánicas del Concreto

### 4.4.1 Ensayo a la compresión

Para dicho ensayo se elaboró los testigos de 10 cm por 20cm de altura, que serían ensayadas a los 7 y 28 días.

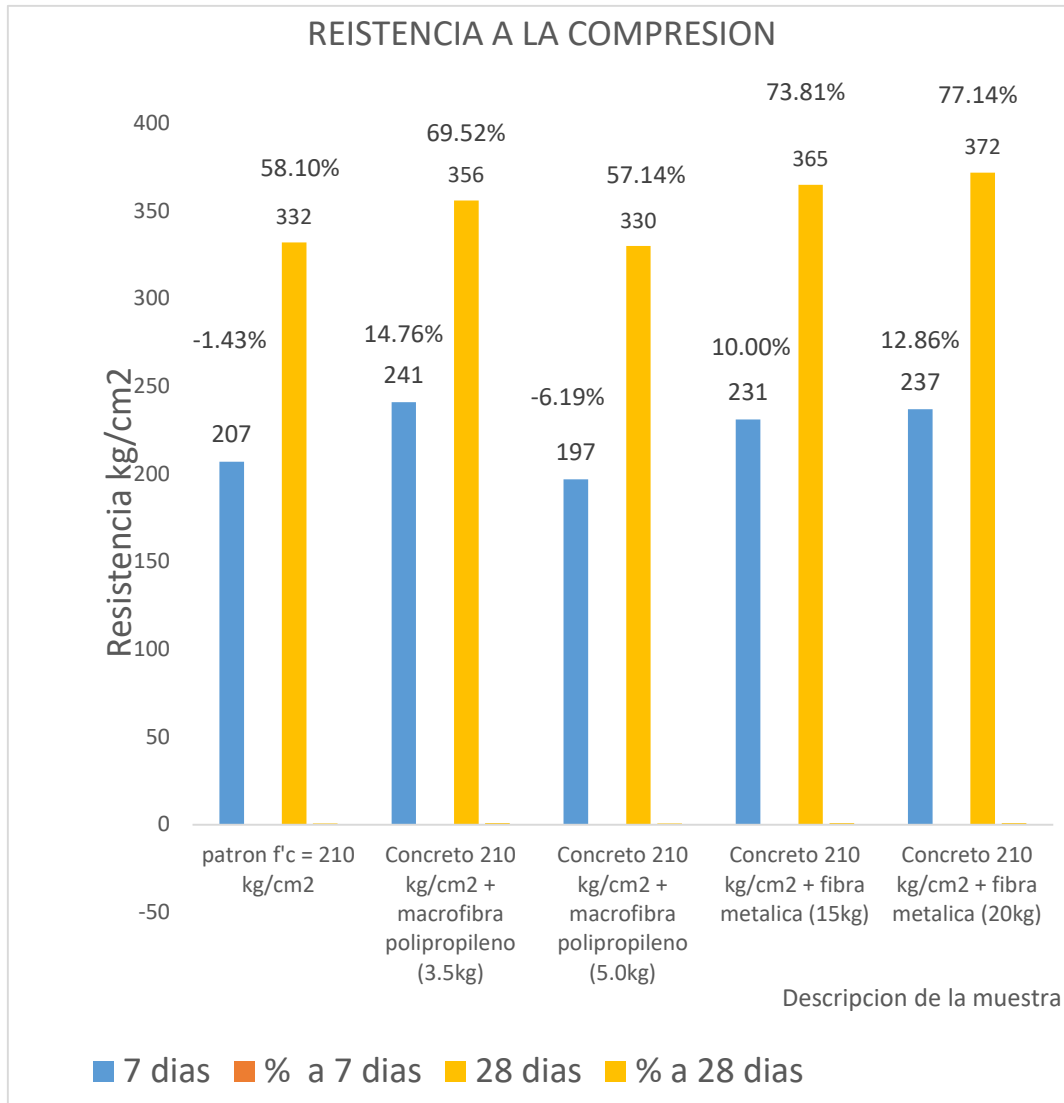
**Tabla 16. Resistencia a la Compresión del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

| Descripción                                      | $f'c$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | R.PROMEDIO (KG/CM <sup>2</sup> ) |         |
|--|--------------------------------|----------------------------------|---------|
|  |                                | 7 DIAS                           | 28 DIAS |
| <b>PATRON F'C = 210 KG/CM<sup>2</sup></b>        | 210                            | 207                              | 332     |
| <b>PATRON + MACROFIBRA POLIPROPILENO (3.5KG)</b> | 210                            | 241                              | 356     |
| <b>PATRON + MACROFIBRA POLIPROPILENO (5.0KG)</b> | 210                            | 197                              | 330     |
| <b>PATRON + FIBRA METALICA (15KG)</b>            | 210                            | 231                              | 365     |
| <b>PATRON + FIBRA METALICA (20KG)</b>            | 210                            | 237                              | 372     |

Fuente: Elaboración propia

Ensayo a compresión se aprecia que tanto a 7 días como a 28 días el concreto con adición de 20 kg de fibra metálica es el que mayor resistencia adquiere.

**Figura 7. Resistencia a la compresión 7 y 28 días (comparación)**



Fuente: Elaboración propia

Los ensayos de 7 y 28 días presentan una resistencia mayor al 77.14% de la resistencia de diseño. Teniendo una mayor resistencia el diseño del concreto con adiciones de fibra metálica (20kg).

#### 4.4.2 Ensayo a Flexión

Para el ensayo a la flexión se elaboró viga de 15.5 cm de ancho, 15.6 cm de alto, 46.5 cm de longitud, los ensayos se realizan en una prensa con almohadillas de neopreno, a las edades de 7 y 28:



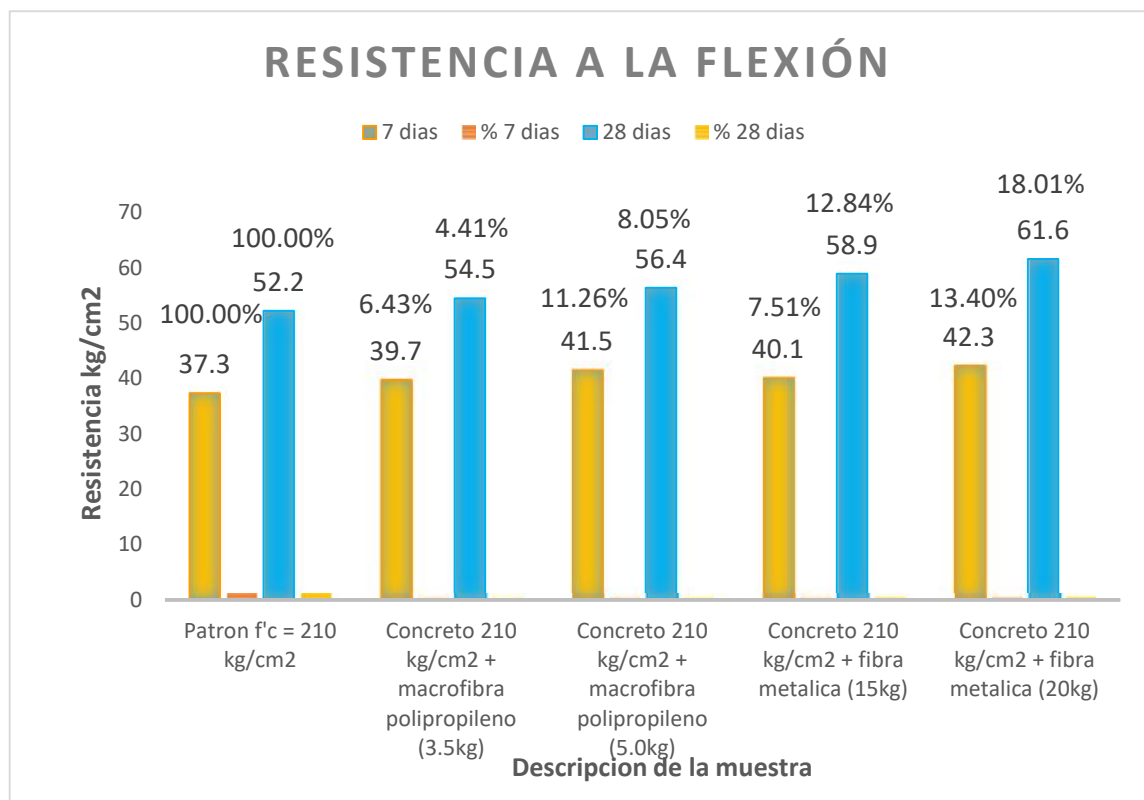
**Tabla 17. Resistencia a la Flexión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$**

| Descripción                                      | $f'_c$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | R.PROMEDIO<br>(KG/CM <sup>2</sup> ) |            | %       |         |
|--|---------------------------------|-------------------------------------|------------|---------|---------|
|  |                                 | 7<br>DIAS                           | 28<br>DIAS | 7 DIAS  | 28 DIAS |
| <b>PATRON</b>                                    | NE                              | 37.3                                | 52.2       | 100.00% | 100.00% |
| <b>PATRON + macrofibra polipropileno (3.5kg)</b> | NE                              | 39.7                                | 54.5       | 6.43%   | 4.41%   |
| <b>PATRON + macrofibra polipropileno (5.0kg)</b> | NE                              | 41.5                                | 56.4       | 11.26%  | 8.05%   |
| <b>PATRON + fibra metálica (15kg)</b>            | NE                              | 40.1                                | 58.9       | 7.51%   | 12.84%  |
| <b>PATRON + fibra metálica (20kg)</b>            | NE                              | 42.3                                | 61.6       | 13.40%  | 18.01%  |

Fuente: Elaboración propia

Se realizó los ensayos de resistencias a la flexión en vigas, a la edad de 7 el concreto patrón mostró una resistencia de 37.3 kg/cm<sup>2</sup>, viendo que las fibras metálicas ofrecen un mejor agarre entre la particular de concreto, con la dosificación de 20 kg de fibra metálica proporciona un aumento de resistencia del 13.40%.

**Figura 8. Resistencia a la compresión 7 y 28 días (comparación)**



Fuente: Elaboración propia

Se realizó los ensayos de resistencias a la flexión en vigas, a la edad de 28 días el concreto patrón mostró una resistencia de 52,2 kg/cm<sup>2</sup> en donde se observó el desarrollo de la resistencia de las distintas dosificaciones, viendo que las fibras metálicas ofrecen un mejor

agarre entre las particular de concreto, viendo que con la dosificación de 20 kg de fibra metálica proporciona un aumento de resistencia del 18.00% , mediante el análisis estadístico ,se corroborara si la adición de 20 kg es la que más incidencia presenta en el concreto.

#### 4.4.3 Prueba de Hipótesis

**Tabla 18. Distribución normal de los resultados a 7 días compresión**

| <b>Distribución normal de resultados a 7 días</b>                |                               |                              |                  |
|--|-------------------------------|------------------------------|------------------|
| <b>Descripción</b>   | <b>shapiro Wilk calculado</b> | <b>shapiro Wilk de tabla</b> | <b>condición</b> |
| <b>resistencia patrón</b>  | 0.986823178                   | 0.767                        | Cumple           |
| <b>resistencia patron+3.5 kg de macro fibra de polipropileno</b> | 0.892840018                   | 0.767                        | Cumple           |
| <b>resistencia patron+5.0 kg de macro fibra de polipropileno</b> | 0.769985615                   | 0.767                        | Cumple           |
| <b>resistencia patron+15 kg de fibra metálica</b>                | 0.998012354                   | 0.767                        | Cumple           |
| <b>resistencia patron+20 kg de fibra metálica</b>                | 0.923059218                   | 0.767                        | Cumple           |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las tablas de Shapiro Wilk tenemos 3 repeticiones de una misma dosificación, por ende, el valor dado para un nivel de significancia  $p > 0.05$  es de 0.767, se analizó los resultados y se obtuvo el shapiro Wilk calculado, por lo tanto, para decir que un resultado presenta una distribución normal el Shapiro Wilk Calculado debe ser mayor que el Shapiro Wilk de tabla.

**Tabla 19. Distribución normal de los resultados a 28 días compresión**

| <b>Distribución normal de resultados a 28 días</b>               |                               |                              |                  |
|--|-------------------------------|------------------------------|------------------|
| <b>Descripción</b>   | <b>shapiro Wilk calculado</b> | <b>shapiro Wilk de tabla</b> | <b>condición</b> |
| <b>resistencia patrón</b>  | 0.86222836                    | 0.767                        | Cumple           |
| <b>resistencia patron+3.5 kg de macro fibra de polipropileno</b> | 0.901823193                   | 0.767                        | Cumple           |
| <b>resistencia patron+5.0 kg de macro fibra de polipropileno</b> | 0.979573048                   | 0.767                        | Cumple           |
| <b>resistencia patron+15 kg de fibra metálica</b>                | 0.859582367                   | 0.767                        | Cumple           |
| <b>resistencia patron+20 kg de fibra metálica</b>                | 0.998012354                   | 0.767                        | Cumple           |

Fuente: Elaboración propia

Nota: De acuerdo con las tablas de Shapiro Wilk tenemos 3 repeticiones de una misma dosificación, por ende, el valor dado para un nivel de significancia  $p > 0.05$  es de 0.767, se analizó los resultados y se obtuvo el shapiro Wilk calculado, por lo tanto, para decir que un resultado presenta una distribución normal el Shapiro Wilk Calculado debe ser mayor que el Shapiro Wilk de tabla.

**Tabla 20. Confiabilidad de los resultados a 7 días compresión**

| Alpha de Cronbach del Concreto a 7 días |     |     |     |                    |
|---|-----|-----|-----|--------------------|
| Resistencia a la compresión             | P1  | P2  | P3  | Alpha de Cronbach  |
| patrón                                  | 208 | 212 | 202 | 622                |
| Patrón + (3.5 kg macro fibra)           | 245 | 243 | 235 | 723                |
| Patrón + (5.0 kg macro fibra)           | 203 | 194 | 194 | 591                |
| Patrón + (15 kg fibra metálica)         | 224 | 231 | 237 | 692                |
| Patrón + (20 kg fibra metálica)         | 236 | 234 | 242 | 712                |
|   | 256 | 309 | 396 | 2716               |
|   |     |     |     | # de elementos = 3 |
|   |     |     |     | <b>96.95%</b>      |

Fuente: Elaboración propia

El análisis de confiabilidad es otro punto a desarrollar para poder realizar el análisis de la varianza, la confiabilidad en temas de investigación debe ser como mínimo 70%, los resultados a 7 días de resistencia a la compresión presentaron una confiabilidad del 96.95%.

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum V}{V} \right]$$

**Tabla 21. Confiabilidad de los resultados a 28 días compresión**

| Alpha de Cronbach del Concreto a 28 días |     |     |     |                    |
|--|-----|-----|-----|--------------------|
| Resistencia a la compresión              | P1  | P2  | P3  | Alpha de Cronbach  |
| patrón                                   | 340 | 327 | 329 | 996                |
| Patrón + (3.5 kg macro fibra)            | 359 | 348 | 362 | 1069               |
| Patrón + (5.0 kg macro fibra)            | 339 | 329 | 323 | 991                |
| Patrón + (15 kg fibra metálica)          | 370 | 353 | 373 | 1096               |
| Patrón + (20 kg fibra metálica)          | 378 | 372 | 365 | 1115               |
|  | 245 | 276 | 413 | 2608               |
|  |     |     |     | # de elementos = 3 |
|  |     |     |     | <b>96.25%</b>      |

Fuente: Elaboración propia

El análisis de confiabilidad es otro punto a desarrollar para poder realizar el análisis de la varianza, la confiabilidad en temas de investigación debe ser como mínimo 70%, los resultados a 28 días de resistencia a la compresión presentaron una confiabilidad del 96.25%.

**Tabla 22. Análisis de la varianza (Anova de un factor) a 7 días compresión**

| <b>Resistencia a 7 días</b>           |          |                                     |          |
|---------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|
| <b>Mezcla</b>                         | <b>N</b> | <b>Subconjunto para alfa = 0.05</b> |          |
|                                       |          | <b>1</b>                            | <b>2</b> |
| <b>patrón+5.0 kg de macro fibra</b>   | 3        | 197,00                              |          |
| <b>patrón</b>                         | 3        | 207,33                              |          |
| <b>patrón+15 kg de fibra metálica</b> | 3        |                                     | 230,67   |
| <b>patrón+20 kg de fibra metálica</b> | 3        |                                     | 237,33   |
| <b>patrón+3.5 kg de macro fibra</b>   | 3        |                                     | 241,00   |

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la varianza y como se observa el programa agrupo en 2 sub grupos las incidencias que presenta, como podemos apreciar el mayor valor es el de 3.5 kg de macro fibra, seguido del 20 kg de fibra metálica cabe resaltar que estos 2 resultados son los más prometedores en cuestión de resistencia a la compresión.

**Tabla 23. Análisis de la varianza (Anova de un factor) a 28 días compresión**

| <b>Resistencia a 28 días</b>          |          |                                     |          |          |
|---------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|----------|
| <b>Mezcla</b>                         | <b>N</b> | <b>Subconjunto para alfa = 0.05</b> |          |          |
|                                       |          | <b>1</b>                            | <b>2</b> | <b>3</b> |
| <b>patrón+5.0 kg de macro fibra</b>   | 3        | 330,33                              |          |          |
| <b>patrón</b>                         | 3        | 332,00                              |          |          |
| <b>patrón+15 kg de fibra metálica</b> | 3        |                                     | 365.33   |          |
| <b>patrón+3.5 kg de macro fibra</b>   | 3        |                                     | 356.33   |          |
| <b>patrón+20 kg de fibra metálica</b> | 3        |                                     |          | 371,66   |

Fuente: Elaboración propia

se realizó el análisis de la varianza y como se observa el programa agrupo en 2 sub grupos las incidencias que presenta, como podemos apreciar el mayor valor es el de 20 kg de fibra metálica a la edad de 28 días, por lo que se concluye estadística mente que la dosificación de 20 kg de fibra metálica tiene un gran impacto en el concreto.

**Tabla 24. Análisis de la distribución normal de resultados a 7 días flexión**

| <b>Distribución normal de resultados a 7 días</b>                |                              |                             |           |
|--|------------------------------|-----------------------------|-----------|
| <b>Descripción</b>   | shapiro<br>Wilk<br>calculado | shapiro<br>Wilk de<br>tabla | condición |
| <b>resistencia patrón</b>  | 0.862228                     | 0.767                       | Cumple    |
| <b>resistencia patron+3.5 kg de macro fibra de polipropileno</b> | 0.867312                     | 0.767                       | Cumple    |
| <b>resistencia patron+5.0 kg de macro fibra de polipropileno</b> | 0.862228                     | 0.767                       | Cumple    |
| <b>resistencia patron+15 kg de fibra metálica</b>                | 0.98205                      | 0.767                       | Cumple    |
| <b>resistencia patron+20 kg de fibra metálica</b>                | 0.991739                     | 0.767                       | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las tablas de Shapiro Wilk tenemos 3 repeticiones de una misma dosificación, por ende, el valor dado para un nivel de significancia  $p > 0.05$  es de 0.767, se analizó los resultados y se obtuvo el shapiro Wilk calculado, por lo tanto, para decir que un resultado presenta una distribución normal el Shapiro Wilk Calculado debe ser mayor que el Shapiro Wilk de tabla.

**Tabla 25. Análisis de la distribución normal de resultados a 28 días flexión**

| <b>Distribución normal de resultados a 28 días</b>               |                              |                             |           |
|--|------------------------------|-----------------------------|-----------|
| <b>Descripción</b>   | shapiro<br>Wilk<br>calculado | shapiro<br>Wilk de<br>tabla | condición |
| <b>resistencia patrón</b>  | 0.982156                     | 0.767                       | Cumple    |
| <b>resistencia patron+3.5 kg de macro fibra de polipropileno</b> | 0.960752                     | 0.767                       | Cumple    |
| <b>resistencia patron+5.0 kg de macro fibra de polipropileno</b> | 0.847974                     | 0.767                       | Cumple    |
| <b>resistencia patron+15 kg de fibra metálica</b>                | 0.868652                     | 0.767                       | Cumple    |
| <b>resistencia patron+20 kg de fibra metálica</b>                | 0.95199                      | 0.767                       | Cumple    |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las tablas de Shapiro Wilk tenemos 3 repeticiones de una misma dosificación, por ende, el valor dado para un nivel de significancia  $p > 0.05$  es de 0.767, se analizó los resultados y se obtuvo el shapiro Wilk calculado, por lo tanto, para decir que un resultado presenta una distribución normal el Shapiro Wilk Calculado debe ser mayor que el Shapiro Wilk de tabla.

**Tabla 26. Confiabilidad de resultados a 7 días flexión**

| Alpha de Cronbach del Concreto a 7 días |    |    |    |                   |                |   |               |
|---|----|----|----|-------------------|----------------|---|---------------|
| Resistencia a la flexión                | P1 | P2 | P3 | Alpha de Cronbach |                |   |               |
| patrón                                  | 36 | 41 | 35 | 112               |                |   |               |
| Patrón + (3.5 kg macro fibra)           | 41 | 38 | 40 | 119               |                |   |               |
| Patrón + (5.0 kg macro fibra)           | 44 | 43 | 38 | 125               |                |   |               |
| Patrón + (15 kg fibra metálica)         | 41 | 38 | 42 | 120               |                |   |               |
| Patrón + (20 kg fibra metálica)         | 43 | 40 | 44 | 127               |                |   |               |
|   | 6  | 4  | 9  | 27                | # de elementos | 3 |               |
|   |    |    |    |                   |                | = | <b>79.91%</b> |

Fuente: Elaboración propia

El análisis de confiabilidad es otro punto a desarrollar para poder realizar el análisis de la varianza, la confiabilidad en temas de investigación debe ser como mínimo 70%, los resultados a 07 días de resistencia a la flexión presentaron una confiabilidad del 76.91%.

**Tabla 27. Confiabilidad de resultados a 28 días flexión**

| Alpha de Cronbach del Concreto a 28 días |    |    |    |                   |                |   |               |
|--|----|----|----|-------------------|----------------|---|---------------|
| Resistencia a la flexión                 | P1 | P2 | P3 | Alpha de Cronbach |                |   |               |
| patrón                                   | 55 | 49 | 52 | 157               |                |   |               |
| Patrón + (3.5 kg macro fibra)            | 54 | 57 | 53 | 163               |                |   |               |
| Patrón + (5.0 kg macro fibra)            | 58 | 56 | 55 | 169               |                |   |               |
| Patrón + (15 kg fibra metálica)          | 60 | 56 | 61 | 177               |                |   |               |
| Patrón + (20 kg fibra metálica)          | 61 | 64 | 60 | 185               |                |   |               |
|  | 7  | 20 | 14 | 97                | # de elementos | 3 |               |
|  |    |    |    |                   |                | = | <b>86.39%</b> |

Fuente: Elaboración propia

El análisis de confiabilidad es otro punto a desarrollar para poder realizar el análisis de la varianza, la confiabilidad en temas de investigación debe ser como mínimo 70%, los resultados a 28 días de resistencia a la compresión presentaron una confiabilidad del 86.39%.

**Tabla 28. Análisis de la varianza resistencia a flexión del concreto a 7 días**

| Resistencia flexión a 07 días   |   |                              |      |
|---------------------------------|---|------------------------------|------|
| Mezcla                          | N | Subconjunto para alfa = 0.05 |      |
|                                 |   | 1                            | 2    |
| patrón                          | 3 | 37.3                         |      |
| Patrón +3.5 kg de macro fibra   | 3 | 39.7                         |      |
| Patrón +15 kg de fibra metálica | 3 | 40.1                         |      |
| Patrón +5.0 kg de macro fibra   | 3 |                              | 41.5 |
| Patrón +20 kg de fibra metálica | 3 |                              | 42.3 |

Fuente: Elaboración propia

Resultados a 7 días para determinar que variante del concreto genera mayor incidencia o impacto y mejora sus propiedades como se observa en la tabla el concreto con adición de 20 kg de fibra metálica presenta una mayor incidencia en el concreto convencional con fines de pavimentación,

por ende, se comprueba estadísticamente que esta relación es la que mayor impacto tiene en el concreto.

**Tabla 29. Análisis de la varianza resistencia a flexión del concreto a 28 días**

| <b>Resistencia a la flexión a 28 días</b> |          |                                     |          |
|---|----------|-------------------------------------|----------|
| <b>Mezcla</b>                             | <b>N</b> | <b>Subconjunto para alfa = 0.05</b> |          |
|   |          | <b>1</b>                            | <b>2</b> |
| <b>patrón</b>                             | <b>3</b> | 52.2                                |          |
| <b>Patrón +3.5 kg de macro fibra</b>      | <b>3</b> | 54.5                                |          |
| <b>Patrón +5.0 kg de macro fibra</b>      | <b>3</b> | 56.4                                |          |
| <b>Patrón +15 kg de fibra metálica</b>    | <b>3</b> |                                     | 58.9     |
| <b>Patrón +20 kg de fibra metálica</b>    | <b>3</b> |                                     | 61.6     |

Fuente: Elaboración propia

Los resultados a 28 días para determinar que variante del concreto genera mayor incidencia o impacto y mejora sus propiedades como se observa en la tabla el concreto con adición de 20 kg de fibra metálica presenta una mayor incidencia en el concreto convencional con fines de pavimentación, por ende, se comprueba estadísticamente que esta relación es la que mayor impacto tiene en el concreto.

## V. DISCUSIÓN

1. Se realizó el análisis de las propiedades físico y mecánicas del concreto tanto patrón y con adiciones en donde se puede apreciar que las fibras metálicas tuvieron un mejor desarrollo en cuestión del asentamiento, así como en la investigación de (Chapoñan Cueva, y otros, 2017), ella encontré que las fibras de polipropileno en el asentamiento del concreto alteran su consistencia de forma que sufren una reducción en su slump, presentando un asentamiento de 2" con su mejor resultado, de la misma forma encontramos que al aplicar las distintas fibras tanto como macro sintéticas y fibras metálicas, nuestro asentamiento se ve reducido y más del 50% siendo así que con el mejor resultado que es de 20 kg de fibras metálicas se obtuvo un asentamiento de 2 ½" , con lo que podemos deducir que las fibras hacen que en concreto pierda un poco su trabajabilidad por ende en la aplicación de las fibra se debe contemplar un aditivo plastificante u otras soluciones.
2. Se estudio la influencia de las fibras macrosintenticas y fibras metálicas en la resistencia a la compresión, como se pudo observar en los resultados, (Chapoñan Cueva, y otros, 2017) encontró que la resistencia promedio obtenidas en los 7 y 28 días en todos los porcentajes (0% a125% de lo recomendado por el fabricante)presenta una desviación estándar promedio, 3.2 kg/cm<sup>2</sup> y el valor más bajo de 1.01% y el mayor de 3.75%, en la presente investigación encontramos un aumento muy notorio en cuando resistencia a la compresión para la dosificación que mejores resultados mostro, vemos un aumento de resistencia de un 77.14% con respecto a la resistencia diseño ( f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>) esto nos ayuda a comprender un poco el comportamiento de las fibras ya que en si su función principal no es la de mejorar la resistencia a la compresión , pero la forma en la que trabaja siendo como un lazo o nexo, nos deja ver que si presenta influencia dentro del concreto en su propiedad mecánica más importante.
3. Se desarrollo el tema de la resistencia a la compresión y flexión de las probetas de concreto elaborados y ensayados en el empresa QCe, el estudio de las fibras metálicas y las microfibra, aportan una pequeña mejor



en cuestión de resistencia a la compresión ya que la acción principal o propiedad principal es la de resistencia a la flexión ya que, aquí es donde se desarrolla mejor, por lo tanto los resultados y/o conclusión de cuál de las variaciones es la más óptimas se enfocó enteramente a su resistencia a la flexión, viéndose así el desarrollo de resistencia a la edad de 7 días y finalmente a la edad de 28 días, se tuvo una resistencia a la flexión patrón a la edad de 28 días de 52.2 kg/cm<sup>2</sup> y la dosificación que presentó mayor incidencia en el concreto, fue la adición de 20kg de fibras metálicas a la mezcla, mejorando la resistencia a la flexión en un 18% llegando alcanzar un promedio de 61,4 kg /cm<sup>2</sup>. En la investigación dada por (Chahua Sotomayor, y otros, 2018). En la cual el presente uso de fibra sintética, macro fibra al final, no dice que la mejorar de la resistencia a flexión se encuentra entre un 10% de la resistencia a la compresión, con este valor y aparte con sus investigación la cual nos dice que las fibras tienden a mejorar la resistencia a la flexión de los elementos estructurales a estudiar entre un 10 a 20% de resistencia a la flexión, la inferencia estadística planteada en el estudio y validación de los resultados presentados, como se manifestó se realizó el Anova de un factor, este análisis nos indica que valor o que columna de resultados es la que más impacta la concreto.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que las fibras macro sintéticas a los 28 días aportan una mayor resistencia a la compresión y a flexión superando a la  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> que es el diseño patrón.
2. Se concluye que para la edad de 28 días las fibras metálicas son las que aportan una mayor resistencia a la compresión, no es mucha la diferencia ya que las fibras actúan de mejor manera en la resistencia a la flexión, no obstante si observamos el uso requerido a dicho concreto observamos que el aditivo optimo es el con 20 kg de fibra metálica ya que es el que mayor resistencia a la flexión y a compresión presentó, y ya que el concreto está destinado con fines de pavimentación, se considera no el que tiene más impacto en  $f'c$  sino en la resistencia a la flexión.
3. Se concluye que el análisis estadístico de confiabilidad en temas de investigación debe ser como mínimo 70% y los resultados que se ha obtenido superan dicho porcentaje, la resistencia a la compresión a 7 días presenta una confiabilidad de 96.9% y a 28 días 96.25 %.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda usarse las fibras macro sintéticas con el concreto para mejorar su calidad, durabilidad, resistencia teniendo en cuenta las siguientes dosificaciones de 3.5 y 5 kg ya que al combinarse con el concreto llegan a cumplir con la resistencia requerida para un pavimento rígido teniendo así muchas ventajas de las cuales podemos mencionar: fisuramiento, resiste más al agua ya que el concreto a llegar a su estado sólido tiene como aliado el agua, con las fibras macro sintéticas el concreto no se estaría manchando con oxido por lo que son de una materia no corrosivo.
2. Se recomienda usar la fibra metálica con el concreto para mejorar su calidad, durabilidad, resistencia teniendo en cuenta las siguientes dosificaciones de 15 y 20 kg ya que al combinarse con el concreto llegan a cumplir con la resistencia requerida, en este caso si comparamos las fibras macro sintéticas con las fibras metálicas. Las fibras metálicas llegaron a obtener mayor resistencia a compresión como a flexión, pero esta tiende a oxidarse si quedan expuesta para ello se tiene un procedimiento la hora que se realizando el vaceado de las losas, o por el mismo desgates del concreto con el tiempo aparecen las manchas del oxido, sin embargo, también cumple con todo el requisito, dado que con ambos adictivo se tiene un grado de confiabilidad alto. Teniendo en cuenta que al usarse estos aditivos por ende estaríamos elevando el costo de un pavimento, pero a la vez se estaría incremente el tiempo que duraría dicha pavimentación a comparación con otro material.
3. Se debería recomendar o incentivar a que los proyectos de pavimentación se realicen con concreto armado teniendo en cuenta alguna de estas adiciones que se ha utilizado en esta investigación que a la larga sería de una mejora calidad y durabilidad y evitar retrabajos que ayudaría a no malgastar los fondos del estado en algo que se tenga que estar reparando muy continuamente.

## REFERENCIAS

**Abanto, Flavio. 1998.** *Tecnología del concreto*. Lima : Editorial San Marcos.Lima-Peru, 1998.

**Aching Vázquez, Pedro Fernando y Del Castillo Chávez, Willians Osmar. 2018.** *Influencia del plastificante reductor de agua sika-cem en el concreto cemento-arena- iquitos*. Iquitos : Universidad científica del peru , 2018.

**ACI544.1R. 1996.** *Report on Fiber reinforced Concrete. Reported by ACI Committee 544* . Estados Unidos : Assosiation Institute Concrete, 1996.

**Barranca Sáenz, José Carlos. 2019.** *Analisis de impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo Chemaplast Impermeabilizante para uso en reservorios,Lima 2019*. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

**Barreda Arias, Waldo Hernan y Cahuata Mercado, Franck Ahmed. 2018.** *Evaluacion de la permeabilidad del concreto utilizando aditivos impermeabilizantes por cristalización aplicado a estructuras hidraulicas de concreto armado*. Arequipa : Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, 2018.

**Carbajal Pasquel, Enrique. 1998.** *Temas de la tecnología del concreto en el Perú* . Lima : Colegio de Ingenieros Del Peru, 1998.

**Carlos Fernandez Collado, Pilar Baptista Lucio.** *Metodología de la investigación*.

**Catacora, Luis. 2018.** *Protocolo para la presentación de proyecto de investigación e informe final de tesis aplicada*. Lima : s.n., 2018. pág. 18.

**Chahua Sotomayor, Jamil Isaac y Hauyta Orrego, Pedro Hugo. 2018.** *Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmagro- huachipa-lima*. Lima : Universidad San Martín de Porres , 2018.

**Chambilla Pino, Albert. 2018.** *Evaluación de aditivos impermeabilizantes para la eficiencia del concreto en estructuras hidráulicas del distrito Curibaya- Candarave-Tacna,2018*. Moquegua : Universidad José Carlos Mariátegui, 2018.

**Chapoñan Cueva, José Miguel y Joel, Quispe Cirilo. 2017.** *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. Villa María - Nuevo Chimbote*. Nuevo Chimbote : Universidad Nacional del Santa, 2017.

**Colqui Diaz, Bryam y Lazaro Vilchez, Carlos. 2020.** *Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas del concreto impermeable  $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$  con aditivo superplastificante* . Lima : Universidad Cesar Vallejo , 2020.

*Conceptos básicos del concreto*. **IMCYC. 2004** . Mexico : IMCYC, 2004 , Vol. 2.

*Concreto Armado*. **NTP. 2009**. 2009.

*El punto de despegue del sector construcción* . **Perú Construye. 2018**. 2018, Perú construye, págs. 78-85.

**Farfan Cordova, Marlon y Pinedo Diaz, Diana. 2019.** *Fibras de acero en la resistencia a la compresion del concreto.* s.l. : Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado Venezuela, 2019. 2477-9539.

—. **2018.** *Fibras de acero en la resistencia a la compresion del concreto.* s.l. : Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado Venezuela, 2018. 2477-9539.

**Fernandez Acosta, Percy Yonel. 2019.** *Incorporacion de fibra de coco para mejorar las propiedades fisicas y mecanicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para pavimentos rigidos* Lima,2019. Lima : Universidad Cesar Vallejo , 2019.

**Garcia, Ana Luisa. 2012.** Arqhys decoracion. *Concepto de Pavimento.* [En línea] Anal Luisa Garcia , 12 de diciembre de 2012. [Citado el: 22 de junio de 2021.] <https://www.arqhys.com/contenidos/pavimento-concepto.html>.

**Huaman Janampa, Fernando Renzo y Rivera Vargas, Alexander. 2019.** *Diseño de pavimento rigido empleando fibra extraida de la estopa de coco como aditivo natural Tramo San- Jose Carhuapoma, Provincia de Bellavista, San Martin* 2019. Lima : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

**Lascarro, Manuel. 2017.** Contruccion Latinoamericana. *Federacion iberoamericana del Hormigón Premezclado.* [En línea] 1 de agosto de 2017. <https://www.construccionlatinoamericana.com/indicadores-en-concreto/128416.article>.

**MACCAFERRI. 2018.** Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigon. *Manual tecnico.* [En línea] 2018. [Citado el: 04 de Julio de 2021.] [http://aprocons.org.py/doc/pavimento/manual\\_fibras.pdf](http://aprocons.org.py/doc/pavimento/manual_fibras.pdf).

**Ministerio de transportes y comunicaciones. 2013.** *Manual de carreteras,suelos,geologia,geotecnia y pavimentos.* Lima : MTC, 2013.

**Miranda Centeno, Cristian Arturo y Rado Moreno, Marco Eduardo. 2019.** *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolanico para la construccion de pavimentos rigidos en la region de Apurimac.* Lima : Universidad Peruana de Ciencias aplicadas, 2019.

**Mogrovejo Alvares, Manfredo renan y cachay rivera, sergio javier. 2019.** *nfluencia del aditivo sika viscocrete - 40 he con relaciones a/c menores a 0.50, en su tiempo de fraguado y resistencia a la compresion, para una rapida puesta en servicio trujillo* 2019. 2019.

**Moreno Montoya, Luis Edgar, Florez C, Julina y Hernandez A., Byron Daniel. 2018.** *Caracterizacion mecanica de compuesto poliester/fibra de guadua y poliester/fibra de guadua- vidrio.* Pereira : Universidad Tecnologica de Pereira, 2018. 0122-1701.

**MTC. 2013.** *Manual de carreteras.* 2013.

**Norma tecnica peruana. 2008.** 339.034. 2008.

**Norma Técnica Peruana 339.034. 2008.** *Reglamento nacional de edificaciones.* Lima : Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2008.

**Norma Técnica Peruana 400.012. 2001.** *Reglamento nacional de edificaciones .* Lima : Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2001.

**Norma Técnica Peruana 400.022. 2013.** *Reglamento nacional de edificaciones.* Lima : Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2013.

**Ortiz Medina, Birshy Alexandra y Tocto Roman, Edixon Gerónimo. 2019.** *Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canos de Punta Sal, Provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes-2018.* Chiclayo : Universidad Cesar Vallejo , 2019.

**Paricaguan Morales, Belen y Muños Cuevas, Jose Luis. 2019.** *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar.* Carabobo : Universidad de Carabobo, 2019. 2610-8240.

**Perez Gordillo, Johan Joe. 2017.** *Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, trujillo 2017.* Trujillo : Universidad Privada del Norte sede-Trujillo , 2017.

**Prakash, R, y otros. 2020.** *Fibre reinforced concrete containing waste coconut shell aggregate, fly ash and polyporpyline fibre.* Antioquia : Universidad de Antioquia, 2020. 2422-2844.

**QUESTIONPRO.** Investigación experimental. [En línea] <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>.

**Quispe Cirilo, Joel y Chapañan cueva, José. 2017.** *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.* nuevo chimbote : s.n., 2017.

**Ramirez Rojas, Walter y Zavaleta Alvarado, Roger. 2017.** *Estudio comparativo del diseño del pavimento rígido, semirrígido con adoquines de concreto y flexible para las calles del sector VI C-El Milagro Trujillo -La Libertad.* Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2017.

**Rivera L, Gerardo.** *Concreto Simple.* Colombia : Universidad de Cauca .

**Rodriguez Villacís, Santiago. 2016.** *Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante.* Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2016. págs. 107-108.

**Rondon, Hugo y Reyes, Fredy. 2015.** *Pavimentos (materiales, construcción y diseño) .* Bogotá : Ecoe Ediciones , 2015. 978-958-771-175-2.

**Sanchez. 2017.** 2017.

**Sanchez, Diego. 2011.** *Tecnología del concreto y del mortero.* Bogotá : Bhandar EDitores LTDA, 2011. 9789589247044.

**Sika Building Trust. 2013.** *Concreto Impermeable.* s.l. : Sika Informaciones técnicas, 2013. DCT-SI-73/02/2013.

**sika Perú. 2019.** *sikafiber cho 80/60nb.* 2019.

**sika.** sika peru. [En línea] <https://per.sika.com/>.

**Sota Solis, Humberto Ezequiel. 2017.** *Influencia del aditivo sika 1 y agregado chancado en la resistencia a la compresión y propiedades físicas en concreto de baja permeabilidad.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

*Studies of the mechanical properties of concrete reinforced with sugar.* **Belén María Paricaguán Morales, José Luis Muños Cuevas. 2019.** Estado de carobobo - venezuela : s.n., 2019.

**TESIS PLUS.** Investigación explicativa. [En línea] <https://tesisplus.com/investigacion-explicativa/investigacion-explicativa-segun-autores/>.

**Vela Ruiz, Alev y Zegarra Garcia, Milagros. 2019.** *Diseño de pavimento rígido con fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en el diseño de la infraestructura vial en los jirones José Olaya y Sevilla, Morales,2018.* Tarapoto : Universidad Cesar vallejo , 2019.

—. **2018.** *Diseño de pavimento rígido con fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en el diseño de la infraestructura vial en los jirones José Olaya y Sevilla, Morales,2018.* Tarapoto : Universidad Cesar vallejo, 2018.

—. **2018.** *Diseño de pavimento rígido con fibra de acero para mejorar la resistencia del concreto en el diseño de la infraestructura vial en los jirones José Olaya y Sevilla, Morales,2018.* Tarapoto : Universidad Cesar vallejo, 2018.

## ANEXOS

### ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 30. Matriz de operacionalización de variables

| Variable  | Definición conceptual   | Definición operacional   | Dimensiones  | Indicadores  |
|---|---|--|--|--|
| <b>Dependiente</b><br><b>Concreto</b>   | Según el MTC: es una mezcla de material aglomerante y agregados finos y gruesos, es usual que el concreto utilicen el agua y el cemento portland como medio aglomerante, sin embargo, si la condición lo requiere se puede emplear aditivos para poder mejorar las propiedades del concreto.  | Se estudiará las propiedades físicas y mecánicas del concreto con refuerzo de fibras, con ensayos donde se medirá la resistencia a la flexión, asentamiento y resistencia a compresión de los testigos cilindros, todos los ensayos tienen una finalidad y es mejorar el diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ k/cm}^2$ | Resistencia a la flexión<br>Trabajabilidad en (pulg)<br>Resistencia axial del concreto en $(\text{kg/cm}^2)$ | Ensayo a los 7 y 28 días<br>Slump<br>Ensayo a los 7 y 28 días  |
| <b>Independiente</b><br><b>Fibra Macro Sintética</b><br><b>Fibra metálica</b> | Sika Perú: fibra macro sintética estructural, empleada como refuerzo secundario para el concreto, la fibra metálica son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto prefabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto | Se realizará 60 probetas con distintas dosificaciones de adición de fibras 3.5 kg y 5 kg de fibra macro sintética y 15 kg y 20 kg de fibra metálica con el fin de detallar como mejorará, la resistencia a la flexión, asentamiento y la resistencia a la compresión.  | Densidad<br>Fibra Macro sintéticas<br>Fibra Metálica   | 3.5 KG de fibra en el concreto<br>5KG kg de fibra en el concreto<br>15kg de fibra en el concreto<br>20 kg de fibra en el concreto. |

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 2: Matriz de consistencia

Tabla 31. Matriz de operacionalización de variables

| Título: Resistencia a la compresión y resistencia a la flexión del concreto con fibras macro sintéticas y metálicas en pavimentos rígidos, Trujillo.                  |   |   |   |                          |   |   |
|---|---|---|---|--------------------------|---|---|
| Problema  | Objetivos   | Hipótesis   | Variables e indicadores                 |                          |   | Tipo y diseño de la investigación   |
| ¿Cómo influyen las fibras macro sintéticas y fibras metálicas en la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión para concretos con fines de pavimentación? | Determinar la influencia de las fibras macro sintéticas y metálicas (Sika fiber Force pp-60 y Sika Fiber CHO 80/60) en la resistencia a la compresión y flexión de concretos con fines de pavimentación | Las fibras macro sintéticas y metálicas aportan cambios significativos a la resistencia a la compresión y flexión del concreto con fines de pavimentación | Variable Independiente: Las Fibras Sika |                          |   | Método: Científico<br>Tipo: aplicada<br>Población: Probetas de concreto muestra: 60 probetas, 30 para resistencia a la compresión, 30 para resistencia a la flexión |
|   |   |   | Dimensiones                             | Indicadores              | Instrumentos  |   |
|   |   |   | Sika Fiber Force pp-60                  | Dosificación 3.5 kg x m3 | Balanza digital para pesar las cantidades para el diseño del concreto con fibras. |   |
|   |   |   |   | Dosificación 5.0 kg x m3 |   |   |
|   | Sika Fiber CHO 80/60 NB   | Dosificación 15 kg x m3   |   |                          |   |   |
|   |   | Dosificación 20 kg x m3   |   |                          |   |   |
|   | Evaluar la influencia de las fibras macro sintéticas en las propiedades físicas y mecánicas del concreto con fines de pavimentación   | Evaluar la influencia de las fibras metálicas en las propiedades físicas y mecánicas del concreto con fines de pavimentación                              | Variable Dependiente: Concreto          |                          |   |   |
|   |   |   | Dimensiones                             | Indicadores              | Instrumentos  |   |
|   |   |   | Asentamiento                            | Cono de abrams           | Norma ASTM C143   |   |
|   |   |   | Resistencia a la compresión             | Ensayo 7 días            | Norma ASTM C39  |   |
| Ensayo 28 días  |   |   |   |                          |   |   |
| Resistencia a la flexión  |   |   | Ensayo 7 días                           | Norma ASTM C78           |   |   |
|   | Ensayo 28 días  |   |   |                          |   |   |

Fuente: Elaboración propia

### ANEXO 03: Análisis estadístico de los resultados

| DISTRIBUCION NORMAL DE LA RESISTENCIA PATRON |             |                |                       |        |        |                 |
|--|-------------|----------------|-----------------------|--------|--------|-----------------|
| # de datos                                   | resistencia | Función normal | (xi-med) <sup>2</sup> | ai     | xi inv | dif (xi-xi inv) |
| 1  | 202         | 0.0456007      | 28.444444             | 0.7071 | 212    | -10             |
| 2  | 208         | 0.0784825      | 0.4444444             | 0      | 208    | 0               |
| 3  | 212         | 0.0511811      | 21.777778             |        | 202    | 10              |

| Resultado del análisis        |                  |
|-------------------------------|------------------|
| PROMEDIO                      | 207              |
| SUMA DE (xi-med) <sup>2</sup> | 50.666667        |
| producto ai x dif (xi-xi inv) | -7.071           |
| MEDIA                         | 207.29247        |
| DESVIACION ESTANDAR           | 5.033223         |
| Shapiro Wilk CALCULADO        | <b>0.9868232</b> |
| Shapiro Wilk TABLA            | <b>0.767</b>     |

| DISTRIBUCION NORMAL DE LA RESISTENCIA PATRON + 3.5 kg de Macrofibra de polipropileno |             |                |                       |        |        |                 |
|--|-------------|----------------|-----------------------|--------|--------|-----------------|
| # de datos   | resistencia | Función normal | (xi-med) <sup>2</sup> | ai     | xi inv | dif (xi-xi inv) |
| 1  | 235         | 0.039972404    | 36                    | 0.7071 | 245    | -10             |
| 2  | 243         | 0.069998399    | 4                     | 0      | 243    | 0               |
| 3  | 245         | 0.056339747    | 16                    |        | 235    | 10              |

| Resultado del análisis        |                |
|-------------------------------|----------------|
| PROMEDIO                      | 241            |
| SUMA DE (xi-med) <sup>2</sup> | 56             |
| producto ai x dif (xi-xi inv) | -7.071         |
| MEDIA                         | 240.96099      |
| DESVIACION ESTANDAR           | 5.2915026      |
| Shapiro Wilk CALCULADO        | <b>0.89284</b> |
| Shapiro Wilk TABLA            | <b>0.767</b>   |

Fuente: Elaboración propia

| <b>Distribución normal de la resistencia patrón + 5.0 kg de macrofibra de polipropileno</b> |             |                |             |        |        |                 |
|---|-------------|----------------|-------------|--------|--------|-----------------|
| <b># de datos</b>   | resistencia | Función normal | (xi-med) ^2 | ai     | xi inv | dif (xi-xi inv) |
| 1   | 194         | 0.0653149      | 9           | 0.7071 | 203    | -9              |
| 2   | 194         | 0.0653149      | 9           | 0      | 194    | 0               |
| 3   | 203         | 0.0390226      | 36          |        | 194    | 9               |

| <b>Resultado del análisis</b>        |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| <b>PROMEDIO</b>                      | 197              |
| <b>SUMA DE (xi-med) ^2</b>           | 54               |
| <b>producto ai x dif (xi-xi inv)</b> | -6.3639          |
| <b>MEDIA</b>                         | 196.95477        |
| <b>DESVIACION ESTANDAR</b>           | 5.1961524        |
| <b>Shapiro Wilk CALCULADO</b>        | <b>0.7699856</b> |
| <b>Shapiro Wilk TABLA</b>            | <b>0.767</b>     |

| <b>DISTRIBUCION NORMAL DE LA RESISTENCIA PATRON + 15 kg de Fibra Metálica</b> |             |                |             |        |        |                 |
|---|-------------|----------------|-------------|--------|--------|-----------------|
| <b># de datos</b>   | resistencia | Función normal | (xi-med) ^2 | ai     | xi inv | dif (xi-xi inv) |
| 1   | 224         | 0.0366239      | 44.4444444  | 0.7071 | 237    | -13             |
| 2   | 231         | 0.0612026      | 0.11111111  | 0      | 231    | 0               |
| 3   | 237         | 0.0378285      | 40.1111111  |        | 224    | 13              |

| <b>Resultado del análisis</b>        |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| <b>PROMEDIO</b>                      | 231              |
| <b>SUMA DE (xi-med) ^2</b>           | 84.666667        |
| <b>producto ai x dif (xi-xi inv)</b> | -9.1923          |
| <b>MEDIA</b>                         | 230.60539        |
| <b>DESVIACION ESTANDAR</b>           | 6.5064071        |
| <b>Shapiro Wilk CALCULADO</b>        | <b>0.9980124</b> |
| <b>Shapiro Wilk TABLA</b>            | <b>0.767</b>     |

Fuente: Elaboración propia

| <b>DISTRIBUCION NORMAL DE LA RESISTENCIA PATRON + 20 kg de Fibra Metálica</b> |                    |                       |                    |           |               |                        |
|---|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------|---------------|------------------------|
| <b># de datos</b>   | <b>resistencia</b> | <b>Función normal</b> | <b>(xi-med) ^2</b> | <b>ai</b> | <b>xi inv</b> | <b>dif (xi-xi inv)</b> |
| 1   | 234                | 0.069869541           | 11.1111111         | 0.7071    | 242           | -8                     |
| 2   | 236                | 0.091200963           | 1.7777778          | 0         | 236           | 0                      |
| 3   | 242                | 0.050792924           | 21.777778          |           | 234           | 8                      |

| <b>Resultado del análisis</b>        |                  |
|--------------------------------------|------------------|
| <b>PROMEDIO</b>                      | 237              |
| <b>SUMA DE (xi-med) ^2</b>           | 34.666667        |
| <b>producto ai x dif (xi-xi inv)</b> | -5.6568          |
| <b>MEDIA</b>                         | 237.30911        |
| <b>DESVIACION ESTANDAR</b>           | 4.163332         |
| <b>Shapiro Wilk CALCULADO</b>        | <b>0.9230592</b> |
| <b>Shapiro Wilk TABLA</b>            | <b>0.767</b>     |

Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 04: Cálculo de la caracterización del agregado fino (arena)

Tabla 32. Contenido de humedad

| Descripción                           | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio   |
|---------------------------------------|------|----------|----------|------------|
| Peso recipiente PR                    | gr   | 258.3    | 311.2    |            |
| Peso recipiente + muestra húmeda PRMH | gr   | 1,320.5  | 1,380.1  |            |
| Peso recipiente + muestra seca PRMS   | gr   | 1,312.9  | 1,374.0  |            |
| Peso de muestra húmeda PMH            | gr   | 1,062.2  | 1,068.9  |            |
| Peso de muestra seca PMS              | gr   | 1,054.6  | 1,062.8  |            |
| Peso de agua PA                       | gr   | 8        | 6        |            |
| <b>Contenido de humedad</b>           | %    | 0.7      | 0.6      | <b>0.7</b> |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Peso de muestra húmeda = PRMH-PR

Peso de muestra seca = PRMS-PR

Peso de agua = PMH-PMS

CONTENIDO DE HUEMDAD =  $(PA/PMS) \cdot 100$

Tabla 33. Peso unitario suelto y compactado

| Descripción                          | U.M.              | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio     |
|--------------------------------------|-------------------|----------|----------|----------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta     | kg                | 14.908   | 15.047   | 14.975   |              |
| Peso recipiente + muestra apisonada  | kg                | 16.083   | 16.122   | 16.180   |              |
| Peso de recipiente                   | kg                | 3.526    | 3.526    | 3.526    |              |
| Peso de muestra en estado suelto     | kg                | 11.382   | 11.521   | 11.449   |              |
| Peso de muestra en estado compactado | kg                | 12.557   | 12.596   | 12.654   |              |
| Volumen del recipiente               | m <sup>3</sup>    | 0.0071   | 0.0071   | 0.0071   |              |
| <b>Peso unitario suelto</b>          | kg/m <sup>3</sup> | 1,614    | 1,634    | 1,624    | <b>1,624</b> |
| <b>Peso unitario compactado</b>      | kg/m <sup>3</sup> | 1,781    | 1,787    | 1,795    | <b>1,788</b> |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Peso de muestra en estado suelto = PRMS-PR

Peso de muestra en estado compactado = PRMA-PR

Peso unitario suelto = PMES/VR

**Tabla 34. Peso específico y absorción**

| Descripción                                 | U.M.               | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio    |
|---|--------------------|----------|----------|-------------|
| Peso de la muestra secada en horno al aire  | gr                 | 662.6    | 601.0    |             |
| Peso del pignometro lleno de agua           | gr                 | 669.1    | 669.2    |             |
| Peso del pignometro lleno de muestra y agua | gr                 | 1,088.7  | 1,050.5  |             |
| Peso de la muestra en estado SSS            | gr                 | 668.9    | 607.8    |             |
| <b>Peso específico base seca</b>            | gr/cm <sup>3</sup> | 2.66     | 2.65     | <b>2.66</b> |
| Peso específico base SSS                    | gr/cm <sup>3</sup> | 2.68     | 2.68     | 2.68        |
| <b>Absorción</b>                            | %                  | 1.0      | 1.1      | <b>1.1</b>  |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Peso específico base seca =  $PMSHA / (PPLLA + PMESSS - PPLLMA)$

Peso específico base sss =  $PMESSS / (PPLLA + PMESSS - PPLLMA)$

ABSORCION =  $((PMESSS - PMSHA) / PMSHA) * 100$

**Tabla 35. Análisis granulométrico**

| Tamiz Estándar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa | Límites (NTP 400.037)<br>Minimo<br>Maximo |     | Datos de la muestra             |  |
|----------------|-------------|------------------|------------------|----------------|------------|---|-----|---------------------------------|--|
| 3/8"           | 9.500       | 0.0              | 0.0              | 0.0            | 100.0      | 100                                       | 100 |                                 |  |
| N°4            | 4.750       | 23.5             | 2.0              | 2.0            | 98.0       | 95  | 100 | <b>Características físicas:</b> |  |
| N°8            | 2.360       | 140.1            | 12.2             | 14.2           | 85.8       | 80  | 100 | Tamaño Max. Nom. :              |  |
| N°16           | 1.180       | 228.8            | 19.9             | 34.1           | 65.9       | 50  | 85  | Cont. de Humedad: 0.7 %         |  |
| N°30           | 0.600       | 283.8            | 24.7             | 58.8           | 41.2       | 25  | 60  | Módulo de Finura: 2.82          |  |
| N°50           | 0.300       | 246.2            | 21.4             | 80.2           | 19.8       | 5   | 30  |                                 |  |
| N°100          | 0.150       | 140.7            | 12.2             | 92.4           | 7.6        | 0   | 10  |                                 |  |
| N°200          | 0.075       | 63.5             | 5.5              | 97.9           | 2.1        | 0   | 5   |                                 |  |
| Fondo          | -           | 22.1             | 1.9              | 99.8           | 0.2        |   |     |                                 |  |
|                |             | <b>1148.7</b>    | <b>99.8</b>      |                |            |   |     |                                 |  |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Módulo de finura = (suma acumulado retenido) /100

## ANEXO 05: Cálculo de la caracterización del agregado grueso

**Tabla 36. Contenido de humedad**

| Descripción                      | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio   |
|----------------------------------|------|----------|----------|------------|
| Peso recipiente                  | gr   | 311      | 262      |            |
| Peso recipiente + muestra húmeda | gr   | 3,380    | 3,375    |            |
| Peso recipiente + muestra seca   | gr   | 3,364    | 3,357    |            |
| Peso de muestra húmeda           | gr   | 3,069    | 3,113    |            |
| Peso de muestra seca             | gr   | 3,053    | 3,095    |            |
| Peso de agua                     | gr   | 16       | 18       |            |
| <b>Contenido de humedad</b>      | %    | 0.5      | 0.6      | <b>0.6</b> |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Peso de muestra húmeda = PRMH-PR

Peso de muestra seca = PRMS-PR

Peso de agua = PMH-PMS

CONTENIDO DE HUEMDAD = (PA/PMS)\*100

**Tabla 37. Peso unitario suelto y compactado**

| Descripción                          | U.M.  | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio     |
|--------------------------------------|-------|----------|----------|----------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta     | kg    | 12.814   | 12.907   | 12.860   |              |
| Peso recipiente + muestra apisonada  | kg    | 14.225   | 14.411   | 14.473   |              |
| Peso de recipiente                   | kg    | 3.526    | 3.526    | 3.526    |              |
| Peso de muestra en estado suelto     | kg    | 9.288    | 9.381    | 9.334    |              |
| Peso de muestra en estado compactado | kg    | 10.699   | 10.885   | 10.947   |              |
| Volumen del recipiente               | m3    | 0.0071   | 0.0071   | 0.0071   |              |
| <b>Peso unitario suelto</b>          | kg/m3 | 1,317    | 1,331    | 1,324    | <b>1,324</b> |
| <b>Peso unitario compactado</b>      | kg/m3 | 1,518    | 1,544    | 1,553    | <b>1,538</b> |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Peso de muestra en estado suelto = PRMS-PR

Peso de muestra en estado compactado = PRMA-PR

Peso unitario suelto = PMES/VR

Peso unitario compactado = PMEC/VR

**Tabla 38. Peso específico y absorción**

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|-------------|------|----------|----------|----------|
|-------------|------|----------|----------|----------|

|  |        |       |       |             |
|--|--------|-------|-------|-------------|
| Peso de la muestra secada en horno al aire | gr     | 3,514 | 3,587 |             |
| Peso de la muestra en estado SSS al aire   | gr     | 3,549 | 3,621 |             |
| Peso de la muestra saturada en agua        | gr     | 2,236 | 2,293 |             |
| <b>Peso específico base seca</b>           | gr/cm3 | 2.68  | 2.70  | <b>2.69</b> |
| Peso específico base SSS                   | gr/cm3 | 2.70  | 2.73  | 2.72        |
| <b>Absorción</b>                           | %      | 1.0   | 0.9   | <b>1.0</b>  |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Peso específico base seca = PMSHA/(PMESSA-PMSA)

Peso específico base sss = PMESA/(PMESA -PMSA)

ABSORCION = ((PMESA-PMSHA)/PMSHA)\*100

**Tabla 39. Análisis granulométrico**

| Tamiz Estándar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa | Limites Huso 67 (NTP 400.037) |        | Datos de la muestra  |
|----------------|-------------|------------------|------------------|----------------|------------|-------------------------------|--------|--|
|                |             |                  |                  |                |            | Minimo                        | Maximo |  |
| 1½"            | 37.50       | 0                | 0.0              | 0.0            | 100.0      | 100                           | 100    | <b>Características físicas:</b><br>Tamaño Max. Nom.: 3/4<br>0.6<br>Cont. de Humedad: %<br>Módulo de Finura: 6.76 |
| 1"             | 25.00       | 0                | 0.0              | 0.0            | 100.0      | 100                           | 100    |  |
| ¾"             | 19.00       | 262              | 4.7              | 4.7            | 95.3       | 90                            | 100    |  |
| ½"             | 12.50       | 2336             | 42.2             | 46.9           | 53.1       |                               |        |  |
| 3/8"           | 9.50        | 1459             | 26.4             | 73.3           | 26.7       | 20                            | 55     |  |
| Nº4            | 4.75        | 1388             | 25.1             | 98.4           | 1.6        | 0                             | 10     |  |
| Nº8            | 2.36        | 72               | 1.3              | 99.7           | 0.3        | 0                             | 5      |  |
| Nº16           | 1.18        |                  | 0.0              | 99.7           | 0.3        |                               |        |  |
| Fondo          | -           | 15               | 0.3              | 100.0          | 0.0        |                               |        |  |
|                |             | <b>5532</b>      | <b>100.0</b>     |                |            |                               |        |  |

Fuente: Elaboración propia

Donde:

Módulo de finura = (suma acumulado retenido) /100



## ANEXO 06: Resultado de ensayos

### Resultados concreto patrón edad de 7 días



## INFORME DE ENSAYO N° 0511-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 22/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUMAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 310 KG/CM2

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Diámetro (mm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|--|------------------------|---------------|
| CP210 [1]              | 310                       | 15/05/2021           | 22/05/2021      | 7           | 50.1          | 80.10                   | 16667             | 308  | 99%                    | 2             |
| CP210 [2]              | 310                       | 15/05/2021           | 22/05/2021      | 7           | 50.1          | 80.10                   | 17000             | 312  | 100%                   | 1             |
| CP210 [3]              | 310                       | 15/05/2021           | 22/05/2021      | 7           | 50.1          | 80.10                   | 16168             | 302  | 97%                    | 2             |
| Promedio               |                           |                      |                 |             |               |                         |                   | 307  | 99%                    |               |

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, modelo B-001/LC100, N° Serie 020206/01, de 3000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-UF-061-2021, con veracidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1031.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la Norma ASTM C39.

  
-----  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R.L. CIP. N° 170889

# Resistencia a la compresión a 7 días de la macrofibra sintética (3.5 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0519-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 24/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUMAYALLE MONTENEGRO

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO FC = 210 KG/CM2 + MACROFIBRA SINTETICA (3.5 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|--|------------------------|---------------|
| C210F3(S) (1)          | 210                                  | 13/05/2021           | 24/05/2021      | 7           | 20.1          | 80.52                   | 16618             | 205  | 117%                   | 1             |
| C210F3(S) (2)          | 210                                  | 13/05/2021           | 24/05/2021      | 7           | 20.1          | 80.52                   | 16665             | 207  | 118%                   | 1             |
| C210F3(S) (3)          | 210                                  | 13/05/2021           | 24/05/2021      | 7           | 20.1          | 80.52                   | 16845             | 211  | 112%                   | 2             |
| Promedio               |                                      |                      |                 |             |               |                         |                   | 205  | 115%                   |               |

### NOTAS

- El material, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, fue todo ejecutado por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia específica (F<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, modelo B-6011CDD, N° Serie 08228271, de 200t de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-081-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1211.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la Norma ASTM C39.

  
-----  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la compresión a 7 días fibra metálica (15kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0552-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 26/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUNAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (15KG)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39)/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | Fc (kg/cm2) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Diametro (cm) | Area (cm2) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión (kg/cm2) | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|-------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|------------|-------------------|---------------------------------|------------------------|---------------|
| CHDFM(15) (1)          | 210         | 19/05/2021           | 26/05/2021      | 7           | 10.1          | 80.13      | 17028             | 224                             | 107%                   | 2             |
| CHDFM(15) (2)          | 210         | 19/05/2021           | 26/05/2021      | 7           | 10.1          | 80.13      | 16527             | 221                             | 110%                   | 2             |
| CHDFM(15) (3)          | 210         | 19/05/2021           | 26/05/2021      | 7           | 10.1          | 80.13      | 19016             | 227                             | 113%                   | 1             |
| Promedio               |             |                      |                 |             |               |            |                   | 221                             | 110%                   |               |

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>c</sub>) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo 9-3011.CC02, N° Serie 050201021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1201.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.

  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la compresión a 7 días macro fibra sintética (5.0 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0538-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 25/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUNAYALLE MONTENEGRO

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + MACROFIBRA SINTETICA (5.0 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 330.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Diametro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|--|------------------------|---------------|
| C210FS(5.0) (1)        | 210                       | 18/05/2021           | 25/05/2021      | 7           | 10.1          | 80.13                   | 16288             | 202  | 97%                    | 1             |
| C210FS(5.0) (2)        | 210                       | 18/05/2021           | 25/05/2021      | 7           | 10.1          | 80.13                   | 15539             | 194  | 92%                    | 2             |
| C210FS(5.0) (3)        | 210                       | 18/05/2021           | 25/05/2021      | 7           | 10.1          | 80.13                   | 15578             | 194  | 92%                    | 2             |
| Promedio               |                           |                      |                 |             |               |                         |                   | 187  | 94%                    |               |

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-301.LC03, N° Serie 050205/01, de 3000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-081-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elemento de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1201.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.

  
-----  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170880

# Resistencia a la compresión a 7 días fibra metálica (20 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0565-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 27/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUMAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (20KG)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/MTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|--|------------------------|---------------|
| C210FM(20) (1)         | 210                       | 20/05/2021           | 27/05/2021      | 7           | 10.1          | 80.13                   | 16886             | 210  | 113%                   | 1             |
| C210FM(20) (2)         | 210                       | 20/05/2021           | 27/05/2021      | 7           | 10.1          | 80.13                   | 16775             | 204  | 111%                   | 2             |
| C210FM(20) (3)         | 210                       | 20/05/2021           | 27/05/2021      | 7           | 10.1          | 80.13                   | 16353             | 182  | 115%                   | 1             |
| Promedio:              |                           |                      |                 |             |               |                         |                   | 207  | 112%                   |               |

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo S-2011.LC.D.2, N° Serie 00220021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1201.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.

  
-----  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170689

# Resistencia a la compresión patrón a 28 días



## INFORME DE ENSAYO N° 0701-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 13/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUMAYALLE MONTENEGRO

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 210 KG/CM2

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/MTP 329.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYO:

| Identificación Trabajo | F <sub>c</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ] | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Diámetro (mm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión [kg/cm <sup>2</sup> ] | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|--|------------------------|---------------|
| CP210 (4)              | 210                                  | 15/06/2021           | 03/06/2021      | 28          | 90.1          | 80.13                   | 27040             | 340  | 162%                   | 1             |
| CP210 (5)              | 210                                  | 15/06/2021           | 03/06/2021      | 28          | 90.1          | 80.13                   | 26213             | 327  | 156%                   | 1             |
| CP210 (6)              | 210                                  | 15/06/2021           | 03/06/2021      | 28          | 90.1          | 80.13                   | 26363             | 328  | 157%                   | 1             |
| Promedio               |                                      |                      |                 |             |               |                         |                   | 328  | 158%                   |               |

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetes, resistencia especificada (F<sub>c</sub>) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo 8-0014/CCD, n° Serie 03029021, de 2000 tN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-UF-060-2021, con velocidad de carga conforme a la norma ASTM C39.
- Se usaron alfileres de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1201.
- Los tipos de falla indicadas en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.

  
-----  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la compresión a 28 días macro sintética (3.5 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0717-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 14/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUMAYALLE MONTENEGRO

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 + MACROFIBRA SINTETICA (3.5 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Muestreo | Fecha de Ensayo | Eslab. (mm) | Diámetro (mm) | Área (mm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|---------------------------|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|--|------------------------|---------------|
| C39F(3.5) (M)          | 210                       | 17/06/2021        | 14/06/2021      | 38          | 50.1          | 80.12                   | 28768             | 359  | 171%                   | 1             |
| C39F(3.5) (R)          | 210                       | 17/06/2021        | 14/06/2021      | 38          | 50.1          | 80.12                   | 27805             | 348  | 166%                   | 2             |
| C39F(3.5) (R)          | 210                       | 17/06/2021        | 14/06/2021      | 38          | 50.1          | 80.12                   | 29004             | 362  | 172%                   | 1             |
| Promedio               |                           |                   |                 |             |               |                         |                   | 356  | 170%                   |               |

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, modelo B-0014/CDC, N° Serie 61620021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron armaduras de refuerzo como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1207.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la Norma ASTM C39.

  
-----  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la compresión a 28 días macrofibra sintética (5.0 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0725-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 15/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUMAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO f'c = 210 KG/CM2 + MACROFIBRA SINTETICA (5.0 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 399.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|--|------------------------|---------------|
| CH094(5.0) (H)         | 210                       | 18/05/2021           | 15/06/2021      | 28          | 10.1          | 80.13                   | 27131             | 339  | 161%                   | 1             |
| CH094(5.0) (I)         | 210                       | 18/05/2021           | 15/06/2021      | 28          | 10.1          | 80.13                   | 26353             | 320  | 157%                   | 1             |
| CH094(5.0) (E)         | 210                       | 18/05/2021           | 15/06/2021      | 28          | 10.1          | 80.13                   | 25870             | 323  | 154%                   | 2             |
| Promedio               |                           |                      |                 |             |               |                         |                   | 320  | 157%                   |               |

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-0011.C002, N° Serie 0022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-001-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohaditas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C-1021.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.

  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170689



# Resistencia a la compresión a 28 días de fibra metálica (15 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0735-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 16/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUNAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (15KG)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | Fc (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|--|------------------------|---------------|
| C210FM(15)(A)          | 210                      | 09/05/2021           | 16/06/2021      | 28          | 10.1          | 80.13                   | 29653             | 370  | 176%                   | 1             |
| C210FM(15)(B)          | 210                      | 09/05/2021           | 16/06/2021      | 28          | 10.1          | 80.13                   | 28917             | 353  | 168%                   | 3             |
| C210FM(15)(C)          | 210                      | 09/05/2021           | 16/06/2021      | 28          | 10.1          | 80.13                   | 29908             | 373  | 178%                   | 1             |
| Promedio               |                          |                      |                 |             |               |                         |                   | 365  | 176%                   |               |

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>c</sub>) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001LDD2, N° Serie 05022021, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
- Se usaron almohadillas de resorte como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.

  
-----  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170689

# Resistencia a la compresión a 28 días fibra metálica (20 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0744-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : HAROLD RAFAEL NUNAYALLE MONTEREGRO

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 230 KG/CM2 + FIBRA METALICA (20KG)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/MTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | Fc (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Diámetro (cm) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Porcentaje Resistencia | Tipo de Falla |
|------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------------|--|------------------------|---------------|
| C24PM(20) (R)          | 240                      | 20/06/2021           | 17/06/2021      | 28          | 10.1          | 80.12                   | 30323             | 378  | 180%                   | 1             |
| C24PM(20) (S)          | 240                      | 20/06/2021           | 17/06/2021      | 28          | 10.1          | 80.12                   | 29776             | 372  | 177%                   | 1             |
| C24PM(20) (B)          | 240                      | 20/06/2021           | 17/06/2021      | 28          | 10.1          | 80.12                   | 29205             | 365  | 174%                   | 2             |
| Promedio               |                          |                      |                 |             |               |                         |                   | 372  | 177%                   |               |

### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001L.C.D.0, N° Serie 65023501, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-091-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1201.
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.

Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170680

# Resistencia a la flexión a 7 días concreto patrón



## INFORME DE ENSAYO N° 0512-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 22/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL MURAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRIUNFO  
ID MUESTRA : CONCRETO PATRON FC = 210 KG/CM2

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 339.079-2012)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación<br>Ternario | f <sub>t</sub><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de<br>Elaboración | Fecha de<br>Ensayo | Edad<br>(Días) | Ancho<br>Pronotado<br>(cm) | Alto<br>Pronotado<br>(cm) | Longitud<br>Ternario<br>(cm) | Carga<br>Máxima<br>(kg) | Resistencia<br>Flexión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación<br>de la Faja |
|----------------------------|---|-------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|---|-------------------------|
| CP100P (1)                 | N.L.                                    | 22/05/2021              | 22/05/2021         | 7              | 15.6                       | 15.5                      | 66.5                         | 2942                    | 66.2  | Tercio Central          |
| CP100P (2)                 | N.L.                                    | 22/05/2021              | 22/05/2021         | 7              | 15.7                       | 15.6                      | 66.5                         | 3329                    | 66.5  | Tercio Central          |
| CP100P (3)                 | N.L.                                    | 22/05/2021              | 22/05/2021         | 7              | 15.6                       | 15.5                      | 66.5                         | 3388                    | 66.2  | Tercio Central          |
| Promedio                   |   |                         |                    |                |                            |                           |                              |                         | <b>66.3</b>                                     |                         |

#### NOTAS

- El material, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f<sub>t</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo S-0011C/D2, New, Serie 03022021, de 3000 kN de capacidad.  
Con certificado de calibración N° PE-LF-001-2021

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la flexión a 7 días del concreto con fibra macro sintética (3.5 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0520-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 24/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL NURAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + MACROFIBRA SINTETICA (3.5 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Ancho Promedio (cm) | Alto Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación de la Falla |
|------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---|-----------------------|
| C21879(1.3)F-14        | N.E.                      | 17/05/2021           | 24/05/2021      | 7           | 15.5                | 15.6               | 46.5                | 3216              | 42.9                                      | Tercio Central        |
| C21879(1.3)F-15        | N.E.                      | 17/05/2021           | 24/05/2021      | 7           | 15.6                | 15.6               | 46.5                | 3090              | 37.8                                      | Tercio Central        |
| C21879(1.3)F-16        | N.E.                      | 17/05/2021           | 24/05/2021      | 7           | 15.5                | 15.5               | 46.5                | 3206              | 42.4                                      | Tercio Central        |

Promedio: **41.7**

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F'c) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo 9-0816.C.D.0, Nro. Serie 056226217, de 2000 tN de capacidad.  
Con certificado de calibración N° PT-LF-001-2021

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

Resistencia a la flexión a 7 días del concreto con fibra macro sintética (5.0 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0539-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 25/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL NUNAYALLE MONTENEGRO

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO F/C = 210 KG/CM2 + MACROFIBRA SINTETICA (5.0 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 309.078-2012)

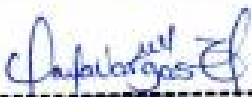
### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Ancho Promedio (cm) | Alto Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación de la Fiebla |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---|------------------------|
| C210F5(S-0F)-(1)       | N.L.                                 | 18/05/2021           | 25/05/2021      | 7           | 15.7                | 15.5               | 46.5                | 3527              | 82.5                                      | Tercio Central         |
| C210F5(S-0F)-(2)       | N.L.                                 | 18/05/2021           | 25/05/2021      | 7           | 15.4                | 15.5               | 46.5                | 3448              | 82.7                                      | Tercio Central         |
| C210F5(S-0F)-(3)       | N.L.                                 | 18/05/2021           | 25/05/2021      | 7           | 15.4                | 15.6               | 46.5                | 3129              | 88.3                                      | Tercio Central         |

Promedio: **81.5**

#### NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>b</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-0611/LC/D2, Nro. Serie 056226/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-UC-061-2021

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la flexión a 7 días del concreto con fibra metálica (15kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0553-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 26/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL MURRAYALLE MONTENEGRO

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO FC = 338 KG/CM2 + FIBRA METALICA (15 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 339.078-2013)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:


| Identificación de la muestra | f <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Área Promedio (cm <sup>2</sup> ) | Área Promedio (cm <sup>2</sup> ) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación de la falla |
|------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------|---|-----------------------|
| C110FM(15F)-(1)              | 83.8                                 | 26/05/2021           | 26/05/2021      | 7           | 15.8                             | 15.8                             | 88.5                | 3288              | 82.3                                      | Tercio Central        |
| C110FM(15F)-(2)              | 83.8                                 | 26/05/2021           | 26/05/2021      | 7           | 15.8                             | 15.8                             | 88.5                | 3267              | 87.8                                      | Tercio Central        |
| C110FM(15F)-(3)              | 83.8                                 | 26/05/2021           | 26/05/2021      | 7           | 15.8                             | 15.8                             | 88.5                | 3439              | 82.4                                      | Tercio Central        |

Promedio:

82.2

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f<sub>t</sub>) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-051/LC/DIC, Nro. Serie 03822001, de 2000 toneladas de capacidad. Con certificado de calibración N° PTL-F-051-2021.

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la flexión a 7 días del concreto con fibra metálica (20 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0566-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 27/05/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL NUNAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUBULLO  
ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (20 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación de la Falla |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|---|-----------------------|
| C20FMC20F-1            | N.E.                                 | 20/05/2021           | 27/05/2021      | 7           | 15.7                | 15.6                 | 66.5                | 3888              | 61.5                                      | Tercio Central        |
| C20FMC20F-2            | N.E.                                 | 20/05/2021           | 27/05/2021      | 7           | 15.6                | 15.5                 | 66.5                | 3265              | 60.3                                      | Tercio Central        |
| C20FMC20F-3            | N.E.                                 | 20/05/2021           | 27/05/2021      | 7           | 15.6                | 15.6                 | 66.5                | 3403              | 60.1                                      | Tercio Central        |
| Promedio:              |                                      |                      |                 |             |                     |                      |                     |                   | 60.6                                      |                       |

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>b</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-00/MLCD/2, Ser. Serie 050225/01, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021.

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la flexión a 28 días del concreto patrón



## INFORME DE ENSAYO N° 0702-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 12/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL NUNYVALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO PATRON F'c = 210 KG/CM2

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 309.078-2012)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:


| Identificación<br>de la Viga | F <sub>b</sub><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de<br>Elaboración | Fecha de<br>Ensayo | Edad<br>(Días) | Ancho<br>Framenteo<br>(cm) | Altera<br>Framenteo<br>(cm) | Longitud<br>Tramo<br>(cm) | Carga<br>Máxima<br>(kg) | Resistencia<br>Flexión<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación<br>de la Fiebra |
|------------------------------|---|-------------------------|--------------------|----------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------|---|---------------------------|
| CP-2021-18                   | 84.8                                    | 25/05/2021              | 22/06/2021         | 28             | 15.5                       | 15.5                        | 66.5                      | 6289                    | 85.8  | Tercio Central            |
| CP-2021-19                   | 84.8                                    | 25/05/2021              | 22/06/2021         | 28             | 15.5                       | 15.5                        | 66.5                      | 6282                    | 86.8  | Tercio Central            |
| CP-2021-16                   | 84.8                                    | 25/05/2021              | 22/06/2021         | 28             | 15.5                       | 15.5                        | 66.5                      | 6185                    | 82.7  | Tercio Central            |

Promedio

83.1

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de los bloques, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>c</sub>) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-0011C-020, N°s. Serie 030200071, de 2000 tón de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-0671-2021.

  
-----  
Carla Evelyn Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889



Resistencia a la flexión a 28 días concreto con macrofibra sintética (3.5 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0718-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 14/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL NUNAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO F'C = 210 KG/CM2 + MACROFIBRA SINTETICA (3.5 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación de la Falla |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|---|-----------------------|
| C218FS(LSF)-10         | N.E.                                 | 17/05/2021           | 14/06/2021      | 28          | 15.5                | 15.5                 | 46.5                | 4324              | 54.0                                      | Tercio Central        |
| C218FS(LSF)-10         | N.E.                                 | 17/05/2021           | 14/06/2021      | 28          | 15.6                | 15.5                 | 46.5                | 4079              | 56.7                                      | Tercio Central        |
| C218FS(LSF)-10         | N.E.                                 | 17/05/2021           | 14/06/2021      | 28          | 15.5                | 15.6                 | 46.5                | 4276              | 52.7                                      | Tercio Central        |
| Promedio               |                                      |                      |                 |             |                     |                      |                     |                   | <b>54.5</b>                               |                       |

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>b</sub>) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo R-0515.C.D.2, Nro. Serie 050226/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-011-2021.

Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la flexión a 28 días del concreto con macrofibra sintética (5kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0726-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 15/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL NUNAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + MACROFIBRA SINTETICA (5.0 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Área (cm <sup>2</sup> ) | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación de la Falla |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|---|-----------------------|
| C210F5(5.0F)-(4)       | N.L.                                 | 15/06/2021           | 15/06/2021      | 28                      | 15.6                | 15.6                 | 46.5                | 4758              | 58.3                                      | Tercio Central        |
| C210F5(5.0F)-(5)       | N.L.                                 | 15/06/2021           | 15/06/2021      | 28                      | 15.5                | 15.6                 | 46.5                | 4916              | 55.7                                      | Tercio Central        |
| C210F5(5.0F)-(6)       | N.L.                                 | 15/06/2021           | 15/06/2021      | 28                      | 15.5                | 15.5                 | 46.5                | 4860              | 55.3                                      | Tercio Central        |

Promedio:

56.4

### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>t</sub>) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo 9-0816.CD2, Ser. Serie 05029021, de 2000 tN de capacidad.  
Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021

Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la flexión a 28 días del concreto de fibra metálica (15 kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0736-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 16/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL NUÑAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRUJILLO  
ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 310 KG/CM2 + FIBRA METALICA (15 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Ancho Promedio (cm) | Altura Promedio (cm) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación de la falla |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|---|-----------------------|
| C30Fm(15)F-1           | N.C.                                 | 16/06/2021           | 16/06/2021      | 28          | 15.5                | 15.5                 | 46.5                | 4908              | 60.8                                      | Tercio Central        |
| C30Fm(15)F-2           | N.C.                                 | 16/06/2021           | 16/06/2021      | 28          | 15.6                | 15.5                 | 46.5                | 4906              | 55.9                                      | Tercio Central        |
| C30Fm(15)F-3           | N.C.                                 | 16/06/2021           | 16/06/2021      | 28          | 15.6                | 15.6                 | 46.5                | 4907              | 60.8                                      | Tercio Central        |
| Promedio               |                                      |                      |                 |             |                     |                      |                     |                   | 58.8                                      |                       |

#### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>b</sub>) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo 9-08MLCD10, Nro. Serie 008206/01, de 3000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-UF-06/1-2021

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

# Resistencia a la flexión a 28 días del concreto con fibra metálica (20kg)



## INFORME DE ENSAYO N° 0745-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 17/06/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

CLIENTE : HAROLD RAFAEL HUNAYALLE MONTENEGRO  
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION Y RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON FIBRAS MACRO SINTETICAS Y METALICAS, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, TRIBULLO  
ID MUESTRA : CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 + FIBRA METALICA (20 KG/M3)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A FLEXION EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGA A LOS TERCIOS DEL TRAMO  
(Norma de Ensayo NTP 339.078-2012)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

| Identificación Testigo | F <sub>t</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) | Fecha de Elaboración | Fecha de Ensayo | Edad (Días) | Área Promedio (cm <sup>2</sup> ) | Área Promedio (cm <sup>2</sup> ) | Longitud Tramo (cm) | Carga Máxima (kg) | Resistencia Flexión (kg/cm <sup>2</sup> ) | Ubicación de la falla |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|-------------------|---|-----------------------|
| C20Fm(20F-0)           | N.E.                                 | 20/05/2021           | 17/06/2021      | 28          | 15.6                             | 15.5                             | 46.5                | 4990              | 61.1                                      | Tercio Central        |
| C20Fm(20F-5)           | N.E.                                 | 20/05/2021           | 17/06/2021      | 28          | 15.6                             | 15.6                             | 46.5                | 5193              | 63.6                                      | Tercio Central        |
| C20Fm(20F-6)           | N.E.                                 | 20/05/2021           | 17/06/2021      | 28          | 15.5                             | 15.5                             | 46.5                | 4805              | 60.0                                      | Tercio Central        |

Promedio: **61.6**

### NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (F<sub>t</sub>) e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo S-0514.C.D.O. Nro. Serie 006220/01, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-001-2021

Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. GIP. N° 170889

## ANEXO 07: Panel Fotográfico



Peso específico



Peso específico



Peso unitario suelto del agregado



Peso unitario compactado del agregado



Peso unitario del concreto



Haciendo probetas



Haciendo vigas



Ensayando la probeta a compresión



Ensayando la viga a Flexión