



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Reforzamiento del pavimento rígido con el concreto polimérico
para la Avenida Revolución, Villa El Salvador, Lima - 2019**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Calderon Paucar, Emilym Deisy (ORCID: 0000-0001-7733-6731)

ASESOR:

Mg. Benites Zúñiga José Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2020

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación va dedicado a mis padres y hermanos, que siempre me mostraron su apoyo considerable en todo momento para poder seguir cumpliendo con mis objetivos trazados.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mis padres y hermanos por todo el apoyo que me brindaron durante todo el desarrollo de mi vida académica.

Agradecimiento a los docentes de la Universidad que me brindaron siempre su apoyo.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	6
III. METODOLOGÍA.....	36
3.1 Tipo y Diseño Metodológico	36
3.2 Variable y Operacionalización.....	37
3.3 Población, Muestra y muestreo.....	38
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...39	
3.5 Procedimientos	40
3.6 Método de Análisis de datos	40
3.7 Aspectos Éticos	40
IV. RESULTADOS	41
V. DISCUSIÓN	67
VI. CONCLUSIONES.....	71
VII. RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS	73
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resistencia solentes y químicos.....	28
Tabla 2. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcciones ...	30
Tabla 3. Clases de mezclas según su asentamiento.....	30
Tabla 4. Edad del ensayo y las tolerancias	33
Tabla 5. Datos generales de la Tesis 1	44
Tabla 6. Datos generales de la Tesis 2	45
Tabla 7. Resumen del análisis de los agregados	47
Tabla 8. Diseño de mezcla.....	47
Tabla 9. Resultados del Slump del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina	47
Tabla 10. Resultados del Ensayo de Compresión del concreto convencional e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina	48
Tabla 11. Resultados del Ensayo de Flexión del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema fibra ultrafina	51
Tabla 12. Resumen del análisis de los agregados	52
Tabla 13. Diseño de mezcla.....	52
Tabla 14. Resultados del Slump del concreto patrón e incorporación de la fibra Sikafiber PE	52
Tabla 15. Resultados del Ensayo de Compresión del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE	53
Tabla 16. Resultados del Ensayo de Flexión del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE	56
Tabla 17. Resultados del Asentamiento del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE	57
Tabla 18. Resultados de la Resistencia a Compresión a los 7 días del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE	59
Tabla 19. Resultados de la Resistencia a Compresión a los 14 días del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE	61

Tabla 20. Resultados de la Resistencia a Compresión a los 28 días del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE63

Tabla 21. Resultados de la Resistencia a Flexión a los 28 días del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pavimento de concreto de la Av. Revolución – Villa el Salvador	2
Figura 2. Pavimento de concreto de la Av. Revolución – Villa el Salvador	2
Figura 3. Pavimento de concreto de la Av. Revolución – Villa el Salvador	3
Figura 4. Pavimento de concreto de la Av. Revolución – Villa el Salvador	3
Figura 5. Pavimento rígido	17
Figura 6. Capas de un pavimento rígido.....	18
Figura 7. Parchado Superficial	20
Figura 8. Parchado Profundo	21
Figura 9. Parchado Profundo	21
Figura 10. Reparación parcial	22
Figura 11. Reparación total	22
Figura 12. Grieta transversal.....	24
Figura 13. Polímeros utilizados en la construcción.....	34
Figura 14. Componentes del Concreto Polimérico	26
Figura 15. Ductos.....	29
Figura 16. Drenaje	29
Figura 17. Tapas de alcantarillado	29
Figura 18. Resistencia a la flexión.....	34
Figura 19. Mapa político del Perú	41
Figura 20. Mapa político de la región Lima.....	41
Figura 21. Mapa político de la provincia de Lima	42
Figura 22. Ubicación del distrito	43
Figura 23. Ubicación de la zona	43
Figura 24. Asentamiento del concreto patrón y adición de la fibra Chema Fibra Ultrafina	48
Figura 25. Compresión promedio a los 7 días del concreto convencional e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina	49
Figura 26. Compresión promedio a los 14 días del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina.....	49
Figura 27. Compresión promedio a los 28 días del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina.....	50

Figura 28. Ensayo de Flexión a los 28 días del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema fibra ultrafina	51
Figura 29. Asentamiento del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE	53
Figura 30. Compresión a los 7 días del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE	54
Figura 31. Compresión a los 14 días del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE	54
Figura 32. Compresión a los 28 días del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE	55
Figura 33. Ensayo de flexión a los 28 días del concreto patrón y adición de la fibra Sikafiber PE	56
Figura 34. Asentamiento del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno	57
Figura 35. Variación del Asentamiento del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno.....	58
Figura 36. Resistencias del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno	59
Figura 37. Variación de la Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno.....	60
Figura 38. Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno	61
Figura 39. Variación de la Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno.....	62
Figura 40. Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno	63
Figura 41. Variación de la Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno.....	64
Figura 42. Resistencia a flexión del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno.....	65
Figura 43. Variación de la Resistencia a Flexión del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno.....	66
Figura 44. Asentamiento de las fibras de polipropileno y del Antecedente	68

Figura 45. Resistencia a la Compresión de las fibras de polipropileno y de los Antecedentes	69
Figura 46. Resistencia a Flexión de las fibras de polipropileno y del Antecedente	70

RESUMEN

El Informe de Investigación tuvo como objetivo principal Analizar la influencia del concreto adicionando polímeros para el reforzamiento del pavimento rígido, presentando una metodología; con un tipo de investigación Aplicada, de nivel descriptivo, con un diseño No experimental - Transversal correlacional causal, donde también presentó un enfoque Cuantitativo; en donde el Informe de Investigación presentó los siguientes resultados y conclusiones, en donde la utilización de las fibras de polipropileno en cantidades de 400 gr/m³ presentó una reducción del asentamiento en un 53.42% y con una cantidad de 2400 gr/m³ presentó una reducción del 82.29% con respecto a sus concretos de diseño; para la Resistencia a Compresión a los 28 días llegó a presentar un ligero incremento del 3.03% y una disminución del 5.47% conforme se fueron agregando las cantidades de fibra de polipropileno, en la Resistencia a Flexión presentó un aumento del 14.1% al 16.75%; llegando a la conclusión que dependiendo de las cantidades agregadas de los polímeros (las fibras de polipropileno), si influyen en el concreto para el reforzamiento del pavimento rígido; donde llegó a presentar una disminución en su asentamiento y resistencia a la compresión, y por otro lado presentó un ligero aumento para la resistencia a la flexión.

Palabras clave: concreto, polímero, fibras de polipropileno, reforzamiento

ABSTRACT

The main objective of the Research Report was to analyze the influence of concrete by adding polymers to reinforce the rigid pavement, presenting a methodology; with a type of applied research, at a descriptive level, with a Non-experimental design - Causal correlational cross-sectional, where he also presented a Quantitative approach; where the Investigation Report presented the following results and conclusions, where the use of polypropylene fibers in quantities of 400 gr / m³ presented a reduction in settlement by 53.42% and with a quantity of 2400 gr / m³ presented a reduction 82.29% with respect to its design concrete; For Compressive Strength at 28 days, it presented a slight increase of 3.03% and a decrease of 5.47% as the amounts of polypropylene fiber were added, in Flexural Strength it presented an increase of 14.1% to 16.75%; coming to the conclusion that depending on the added amounts of the polymers (the polypropylene fibers), if they influence the concrete for the reinforcement of the rigid pavement; where it came to present a decrease in its settlement and resistance to compression, and on the other hand it presented a slight increase in flexural strength.

Keywords: concrete, polymer, polypropylene fibers, reinforcement

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los tiempos el concreto fue evolucionando y siendo utilizado en diferentes tipos de obras como obras de edificaciones, obras hidráulicas, obras de pavimentos, etc. Esto debido a su gran resistencia, trabajabilidad y durabilidad que proporciona los diferentes estados físicos y mecánicos. En la actualidad el concreto está tomando más importancia para la ingeniería de pavimentos, en especial para las obras de autopistas principales y zonas de alta transpirabilidad. En el Perú se reflejó un aumento en el tráfico vehicular y eso impulso a realizar mejoras en los diseños de carreteras, pasando de los pavimentos de asfalto a los pavimentos rígidos, esto a causa que el número de vehículos en el país aumento considerablemente y esto provocó mayores cargas para las carreteras principales por lo cual se utilizó concreto para cuyas carreteras de mayor transitabilidad.

Por lo tanto, en el Informe de investigación se centró en los diseños de pavimento rígido, ya que en la zona del trabajo de investigación se viene realizando diversas obras viales, sienta las principales pistas y veredas, como la realización de cambios de los pavimentos flexibles existentes a pavimento rígidos, como las nuevas construcciones de pistas que estas siendo realizado de concreto en los diferentes sectores del distrito que no estaban pavimentadas. El trabajo de investigación se centró a la zona de villa el salvador donde se están realizando mejoras en los pavimentos, debido a que se están observando diversas fallas en los pavimentos existentes y esto produce una baja servicialidad y transitabilidad de los vehículos, como también en cuenta la seguridad de los conductores y peatones.

Es necesario destacar que los pavimentos rígidos tienen mayores resistencias y durabilidad que uno de pavimentos flexibles, pero se tiene un mayor costo en la construcción y mantenimiento, por lo cual el tiempo de vida del pavimento rígido es mucho mayor que uno de pavimento flexible, pero en nuestro país se está observando algunas fallas en los pavimentos rígidos antes del tiempo de vida que se estableció. La zona de investigación, la Avenida Revolución de Villa el Salvador, no es ajena a esta problemática, ya que los pavimentos rígidos que se realizaron a cambio del pavimento flexible están presentando diversos deterioros como el desprendimiento, baches, agrietamientos, rajaduras, parcheos presentando

rajaduras, como también la acumulación de agua, al no contar con una adecuada filtración y resistencia a la humedad.

Por lo cual la realización del Informe de investigación se consideró diversos estudios en el diseño de los pavimentos rígidos que vienen construyendo en el distrito de villa el salvador como también los pavimentos que ya se realizaron en diferentes zonas. Por lo tanto en el proyecto de investigación se va describir detalladamente como se realizado el estudio del concreto convencional, y de las adiciones que se brindara mejorar a sus características físicas del concreto, para eso se va utilizar las normas de diseño de pavimento para determinar los resultados de cada pavimento rígido, con el fin de exponer los cambios que produce en la mezcla de pavimentos al utilizar el concreto polimérico, para así poder dar una comparación entre las diferentes características físicas de cada pavimentos rígido.



Figura 1. Pavimento de concreto de la Av. Revolución – Villa el Salvador



Figura 2. Pavimento de concreto de la Av. Revolución – Villa el Salvador



Figura 3. Pavimento de concreto de la Av. Revolución – Villa el Salvador



Figura 4. Pavimento de concreto de la Av. Revolución – Villa el Salvador

Para el Informe de Investigación se formuló lo siguiente:

Pregunta general

¿De qué manera los polímeros influyen en el concreto para el reforzamiento del pavimento rígido?

Problemas específicos

¿Cómo las fibras de polipropileno influyen en el asentamiento del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido?

¿Cómo las fibras de polipropileno influyen en la Resistencia a la Compresión del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido?

¿Cómo las fibras de polipropileno influyen en la Resistencia a la Flexión del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido?

Para la realización del Informe de Investigación se presentó las siguientes justificaciones, explicando la importancia de su realización

El proyecto se justificó de manera social, debido a que realizó con el propósito de brindar una mayor vida útil para las pistas de la zona de estudio, y así poder evitar la presencia de deterioros, fallas e inundaciones que estas puedan presentar en el transcurso de su utilización, evitando también el constante cierre de estas principales vías para la realización de su mantenimiento o mejoramiento ocasionando la presencia del tráfico. Ayudando también en el mejoramiento de la transitabilidad y servicialidad vehicular.

Se justificó de manera práctica, debido a que existía la necesidad de mejorar o incrementar la durabilidad, resistencia del pavimento rígido para las pistas, y contar con una mejor transitabilidad vehicular.

Se justificó de manera teórica, debido a que se realizó con el propósito de brindar aportes a las teorías y conceptos existentes sobre el pavimento rígido; por lo que con el reforzamiento del concreto polimérico se llegó a demostrar mediante los ensayos la presencia de mayor durabilidad, resistencia e impermeabilidad del concreto rígido para las pistas.

Se justifica de manera metodológica, debido a que se creó el instrumento de recolección de datos para poder utilizarlo, para obtener los datos; donde se colocó las dimensiones y los componentes tanto de las probetas cilíndricas como prismáticas.

Teniendo en cuenta los problemas a investigar, se formuló el siguiente

Objetivo general

Analizar la influencia del concreto adicionando polímeros para el reforzamiento del pavimento rígido.

Objetivos específicos

Determinar la influencia de las fibras de polipropileno en el Asentamiento del concreto para el Reforzamiento del pavimento rígido.

Determinar la influencia de las fibras de polipropileno en la Resistencia a la Compresión del concreto para el Reforzamiento del pavimento rígido.

Determinar la influencia de las fibras de polipropileno en la Resistencia a la Flexión del concreto para el Reforzamiento del pavimento rígido.

Hipótesis general

Los polímeros si influyen en el concreto para el reforzamiento del pavimento rígido

Hipótesis específicas

Las fibras de polipropileno si influyen en el asentamiento del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido.

Las fibras de polipropileno si influyen en la Resistencia a la Compresión del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido.

Las fibras de polipropileno si influyen en la Resistencia a la Flexión del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido.

II. MARCO TEÓRICO

Para la elaboración del proyecto se tomó en consideración los siguientes antecedentes a nivel nacional, internacional, como también antecedentes en otro idioma y por último artículos científicos.

Valero, J., (2015), en su tesis cuyo título fue ***“Influencia de las fibras de polipropileno en la Fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014”***, cuyo propósito de realización fue de llegar a obtener el título profesional de Ingeniero Civil, perteneciente a la Universidad Nacional del Centro del Perú, cuyo **objetivo general** de la tesis fue de realizar el estudio de la influencia de la incorporación de la fibra de polipropileno en el concreto, que serán aplicados especialmente en los pavimentos de concreto; la tesis citada presentó una **metodología** cuyo diseño fue experimental, nivel correlacional; contando con una **población** de las losas y pisos de concreto de la ciudad de Huancayo, contando a su vez con una **muestra** de siete diseños de mezclas de concreto; la tesis presentó los siguientes **resultados**, siendo que a mayor cantidad de fibra adicionada menor se presentó el asentamiento del concreto, mostrando menor exudación, figuración; por otro lado para el concreto endurecido resultó que la fibra no cuenta con gran influencia en la resistencia a compresión. Llegando a **concluir** que la utilización de la fibra en una cantidad de 900g/m³ obtuvo óptimos resultados del concreto en el estado fresco, presentando un buen comportamiento frente al ensayo de fisuración y teniendo como resultado también que el concreto llegó a alcanzar un ligero incremento en la resistencia a la compresión.

Villanueva, E. y Yaranga, H., (2015), con la realización de su tesis titulada ***“Estudio de la influencia de las fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concreto de F´C = 210 KG/CM2 en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes, Región Huancavelica”***, con el propósito de la obtención del título profesional de Ingenieros Civiles, de lo cual los tesisistas pertenecen a la Universidad Nacional de Huancavelica, donde uno de sus objetivos generales de la tesis citada fue de realizar un desarrollo de un concreto con mayor resistencia tanto a la compresión como también a la tensión, llegando a contar con una menor tendencia a la fragmentación en estado endurecido, también la tesis presentó el

objetivo de determinar la influencia que ocasionan al incorporar las fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en la resistencia a la compresión y tensión en concreto de $F'_{C} = 210 \text{ kg/cm}^2$, la tesis citada presentó una **metodología**, tipo aplicada, presentando un nivel descriptivo, con un método que fue explicativo y por último la tesis contó con un diseño experimental, la tesis contó con una **población** siendo los concreto que se encuentren incorporados con o sin la fibra de polipropileno, cuyas fibras son provenientes de plásticos reciclados, contando también con una **muestra** estuvo conformada por una probeta cilíndrica sin fibra y otras tres probetas cilíndricas de concreto incorporadas con fibra de polipropileno; donde llegó a mostrar los siguientes **resultados y conclusiones**, la dosificación adecuada en la tesis resulta al contar con una dosificación del 10% de fibra de polipropileno llegando a obtener una resistencia más alta, concluye también que las mezclas fibra reforzadas ayudaron a controlar las fisuras y grietas.

Chahua, J. y Huayta, P., (2018), en su tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil titulada ***“Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta Farmagro – Huachipa – Lima”***, de la Universidad San Martín de Porres, cuyo **objetivo general** que presentó la tesis fue de Evaluar la influencia de la fibra sintética estructural para optimizar el diseño de un pavimento rígido en la nueva planta Farmagro – Huachipa – Lima, con metodología cuyo **tipo de investigación** que presentó la tesis fue aplicada, presentando un nivel descriptivo y por último contando con un diseño experimental, la tesis contó con una **población** de estudio la mezcla del pavimento rígido con fibra sintética, cuyas **muestras** fueron las probetas con fibra sintética y las viguetas para poder determinar las propiedades mecánicas del concreto que fue modificado; la tesis presentó los siguientes **resultados y conclusiones**; la realización de ensayos para determinar la resistencia de un concreto de 280 kg/cm^2 y también ensayos para un concreto con la adición de la fibra sintética teniendo como dosificación de 1 kg/m^3 y 3 kg/m^3 para las viguetas y una dosificación de 3 kg/m^3 y 4 kg/m^3 para las probetas, obteniendo una comparación entre ellas. Teniendo como **conclusión**; que para una cantidad de 4 kg/m^3 , el concreto presentó un aumento considerablemente el comportamiento mecánico del concreto ante la resistencia a la compresión y flexión y el cual dedujo que, a un aumento de

la dosificación de la fibra, mayor será la resistencia a la compresión de las probetas, superando la resistencia del diseño establecido.

Montalvo, M., (2015), presentó su tesis cuyo título fue de ***“Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”***, con el objetivo de obtener el título profesional de Ingeniero Civil, perteneciente a la Pontificia Universidad Católica del Perú, cuyos **objetivos** es otorgar una información, una nueva metodología para su dimensionamiento, y de un criterio general, para la elaboración de obras de pavimentos reforzados de fibras, y así realizar una comparación de forma teórica como las propiedades mecánicas del concreto que serán adicionadas con fibra de acero Wirand FF1, como también comparar su diferentes espesores; donde la tesis presentó las siguientes **conclusiones**, presentaron un beneficio, al respecto para la losa de concreto, ya que estas llegaron a contribuir en todo el espesor debido a la distribución de las fibras incorporadas, llegando a otorgarle al piso una mayor resistencia a las cargas que será sometido en su vida útil, el tesista también llegó a concluir en que la realización del proceso constructivo para la realización del pavimento reforzado con las mencionadas mallas, presentó una mayor dificultad en su realización que en el pavimento siendo reforzado con fibras de acero, ya que para la elaboración con las mallas se requiere de una verificación de su adecuado nivelamiento y una adecuada colocación en toda el área; mientras que en la utilización de las mallas se ahorra el tiempo en la realización de la construcción; finalmente el tesista menciona de acuerdo a un análisis técnico, él recomienda la utilización del concreto con el reforzamiento de las fibras colocadas para las losas y también la colocación de estas en un pavimento con alta carga de tránsito pesado.

Chapoñan, J. y Quispe, J., (2017), en su tesis cuyo título presentado fue ***“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”***, con el objetivo de optar el título profesional de Ingeniero Civil, tesista perteneciente a la Universidad Nacional del Santa; donde cuya tesis presentó como **objetivo** de la realización del análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico en el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibra de polipropileno en el A.A.H.H. Villa María – Nuevo Chimbote; presentando la

tesis una metodología con **tipo de diseño** experimental; donde la muestra tomada para su realización fue Villa María – Nuevo Chimbote, teniendo como **muestra** y unidad de análisis, las probetas o testigos de concreto y la realización de los ensayos de concreto; la tesis llegó a presentar las siguientes **conclusiones y resultados**, donde se elaboró un concreto como patrón contando con una resistencia de diseño de 280 kg/cm², como también la realización de cuatro mezclas presentando la misma resistencia, donde a cada mezcla se le agregaría porcentajes tales como los de 75%, 100%, 115% y 125% de fibra, realizándose posteriormente una comparación entre las mezclas. Donde en la realización de la tesis se llegó a **concluir**, que el porcentaje óptimo que se llegaron a realizar, resultó ser aquella que contenía un 115% de la cantidad recomendada por el fabricante y en la realización de los ensayos de flexión la cantidad adecuada de utilización fue aquella que contenía el porcentaje de 100% respectivamente.

Buenaño, (2018), en su tesis de grado para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil titulada ***“Determinación de un porcentaje de resina de poliéster en un concreto polimérico para alcanzar una alta resistencia a compresión”***, tesista perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, donde el tesista planteó como **objetivo general** el de Determinar un porcentaje de resina de poliéster en un concreto para alcanzar una alta resistencia a compresión, una metodología es de **tipo** experimental, con un nivel exploratorio, la **población** fue el concreto polimérico, compuesto del agregado fino y grueso, la resina y el peróxido de Mek (C₈H₁₈O₆), con una **muestra** de cinco probetas; obteniendo los siguientes **resultados**, el porcentaje óptimo de resina de poliéster en el concreto polimérico fue del 55%, por lo que la resistencia alcanzada a los 28 días fue de 510.35 kg/cm², llegando a ser un concreto de alta resistencia; sin embargo, con el 45% y 50% se llegó a una resistencia de 127.90 kg/cm² y 256.20 kg/cm² respectivamente; **determinándose** que con tal solo realizar un incremento del 5% de resina de poliéster el resultado para la resistencia a compresión se duplicaba con respecto al anterior porcentaje de poliéster, también se obtuvo que la capacidad de absorción del agregado fino es del 2%, estando en el límite superior al rango normal siendo de 0.2 al 2%, y la capacidad de absorción del agregado grueso es del 2.5% encontrándose dentro del nivel de absorción normal del 0.2% al 5%.

González, J. (2015), en su trabajo realizado de graduación para optar el título profesional de Ingeniero Civil titulada ***“Estudio y Evaluación de las características físicas y propiedades mecánicas del concreto polimérico permeable para su utilización en proyectos con fines ambientales”***, tesista perteneciente a la Universidad de San Carlos de Guatemala, el tesista tuvo como **finalidad**, de la elaboración de un concreto polimérico, donde este llegue a presentar unas adecuadas proporciones tanto para las características físicas como las propiedades mecánicas llegando a ser utilizadas diferentes proyectos ambientales, tales que esta pueda llegar a permitir la filtración de las aguas pluviales y así poder llegar a evitar poder los efectos destructivos, realizando una mezcla de concreto permeable con variación de sus componentes básicos con la utilización de un material alternativo derivado del proceso de reciclaje del PET. La tesis contó con una **muestra** de siete proporciones de mezclas, que posteriormente fueron evaluadas mediante ensayos obteniendo una proporción adecuada; la tesis **concluyó** en; que la utilización del polvillo de PET en las mezclas llegaron a demostrar que tienen poco beneficio para la mejorar de las características que se necesitan, mediante la realización de los ensayos, sin embargo la utilización de aditivos en las mezclas del concreto permeable han arrojado resultados satisfactorios, ya que se consiguió la mejora de la resistencia de las mezclas donde fueron utilizadas, finalmente se obtuvo que la utilización del agregado fino llegó a brindar resultados también satisfactorios en la realización de la resistencia a compresión y flexión, por otro lado el agregado fino, demostró reducir la capacidad de filtración en las mezclas realizadas de manera poco significativa.

Montoya, K. (2016), en su trabajo realizado de graduación con el objetivo de optar el título profesional de Ingeniero Civil, cuya tesis fue titulada ***“Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos”***, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cuya principal **finalidad** para el desarrollo de la tesis fue, proponer una alternativa para el mejoramiento de las losas de rodadura, teniendo con la utilización del concreto reforzado con fibras, tales que estas contarán con un uso para los pavimentos de los parqueos; donde al llegarse a desarrollándose el tesista mostró las siguientes **conclusiones**, para una dosificación baja de la fibra metálica, esta llegó a brindar

una adecuada resistencia hacia las cargas que fue sometida, brindando también al testista una gran optimización para la realización del trabajo, ya que esta al encontrarse sometida bajo los esfuerzos de tensión resultó mostrar un valor máximo del 80% de la teórica y debido a que este esfuerzo se presenta con una forma de bastón brindó mejor adherencia al concreto que hacia la fibra de propileno; también llegaron a concluir que la utilización de la fibra de propileno ayuda a mejorar la calidad del concreto, ya que llegó a identificar que la incorporación reduce los agrietamientos producidos por la temperatura y llegando a producir una disminución en su permeabilidad, debido a que en el proceso de la realización del vertido y el colocado del concreto se llegó a notar una disminución de las grietas que se manifestaban en la superficie, llegando a tener como conclusión también, que las losas de concreto sin refuerzo que presenten un espesor de 12 cm, con un uso excesivo del aditivo provocó que la resistencia del hormigón aumentara y disminuyera, llegando a ser más resistente pero a la vez muy rígido y ya que al contar con una falla frágil, se llegó a provocar que el concreto quiebre abruptamente.

Cortavitarre, M., González, P., Pérez, M. y Vega I. (2018), en su informe titulada ***“Análisis of the influence of using recycled polystyrene as a substitute for bitumen in the behaviour of asphalt concrete mixtures”***, then it shows the following summary of the report, presenting the results that were obtained: where in the report it informs us about highways, highways that play a very important role in the area of the transport of people, [...]. However, the construction of the roads implies the presence of environmental impacts, harmful agents caused by carbon emulsions derived from their bitumen content. Under this important problematic reality mentioned above, this research had the main objective of adding three different types of polystyrene (PS) [...] For this reason In the present investigation, the dosage of a reference or standard mixture of asphalt concrete (AC 16 S, called REF in the article) was designed, to be able to make the comparison with the experimental mixtures in which the bitumen was reduced in different percentages. from where it was replaced by polymers, which were mentioned earlier. The performance of each sample that was used was analyzed separately to make the comparison between each one, so that when adding doses of residual polystyrene several properties of the mixture were modified: with these doses of polystyrene, an

increase in the hollow content and the presence of a significant decrease in plastic deformations, while other characteristics of the pavement, remained in the same order of magnitude as the conventional one with its certain values. [...], a road life cycle assessment (LCA) was carried out to compare its performance with the environment and with asphalt mixtures that are used in the conventional way. **The results** obtained when carrying out the research showed that it is advisable and recommended to be able to replace a certain amount as bitumen parts with polymers so that they can reduce the environmental impacts produced by the different mixtures obtained with Asphalt. The expected increase in the life cycle of the tracks, provided by the presence and incorporation of plastics, such as the polystyrene that was used in this investigation, was also considered.

Esta investigación fue diseñada con una mezcla de concreto asfáltico, para poder obtener una comparación con las mezclas experimentales de betún donde estas fueron reemplazadas por polímeros, obteniéndose como resultados y recomendaciones el reemplazo del betún con polímeros, mostrando una reducción de impacto ambiental, el aumento de su ciclo de vida.

In Taek, R., Kyung Chae, J., Seung, Ch. y Yoon, Ch. (2015), de Construction and Building Materials, titulada ***“Characterization of compliant polymer concretes for rapid repair of runways”***, of Shool of Mechanical Engineering and Dept, of Civil and Enviromental Engineering, Republic of Korea, Seoul. Showing a part of the summary below, explaining the following below. This experimental research shows a new type of polymer concrete that is compatible in the use by repairing the tracks. Therefore, in order to develop it, an improvement was made in the compliance of the epoxy-based polymer concrete, also for the improvement some epoxy resins were replaced with liquid silicone rubber or powder for tire waste. In order to determine the relationship of temperature dependence with that of the mechanical behavior of the established polymer concretes, mechanical tests were carried out to carry out the experimental research. These tests then gave the **following results**, where it was determined that the dust from the tire waste was presented that for the mechanical behavior it was shown to be more efficient. The present experimental work ended up demonstrating that the sample (72:20:08) (T) proved to have a higher ductility factor, while on the other hand this sample maintained the compressive

strength much higher than the minimum value required and established with which it was counted for the accomplishment of the experimental work, being of (30 MPa).

En esta investigación experimental se mostró un nuevo tipo de concreto polimérico, que es compatible para el uso de reparación de las pistas, mostrando como resultados un factor de ductilidad más alto, mostrando también una resistencia a la compresión mucho más alto que el valor mínimo requerido.

Shiping, Y., Lei, J. y Henglin L. (2019), Journal of Materials in Civil Engineering, que tuvo como título, ***“Experimental análisis of bond between corroded Steel bar and concrete confined with textile – reinforced concrete”***, of American Society of Civil Engineers, presenting below the summary of the completion of the work: The problem of the presence of corrosion of the steel bar has been seriously affecting the performance of the work of the rigid pavement structures. The realization of the presence of a reinforcement is a preventive as well as effective measure to be able to restore the mechanical properties of the rigid pavement as well as prolong the useful life of the structures. The determination of the properties between the union of the concrete confined with textile reinforced concrete and a corroded steel bar tends to be one of the main problems to be able to determine and evaluate the effect of the reinforcement to which it will be subjected. Therefore, in the performance of the work the following results were obtained, showing that in carrying out the investigation, it is indicated that the confinement of CRT can significantly improve the properties that may result from the union between the concrete and a bar of corroded steel and limit the development of corrosion-induced cracks. As it was also possible to determine that, after the realization of the TRC confinement, it helps to improve the characteristics of the fragile failure of the behavior between the union between the concrete and a corroded steel bar, as finally it was obtained that the change from division to division-extraction failure mode. While the confinement effect of TRC using a lower fiber reinforcement ratio is similar to that of FRP.

La investigación indica que la realización del confinamiento CRT puede mejorar significativamente las propiedades entre la unión del acero y el concreto, limitando el desarrollo de grietas, lográndose finalmente que el cambio de división a modo de falla de extracción de división.

Kumar, R. (2016), Artículo de Hindawi Publishing Corporation, titulada ***“A Review on Epoxy and Polyester based polymer concrete and exploration of polyfurfuryl alcohol as polymer concrete”***, Journal of polymers, University of South Bihar, Patna, India; showing the **following conclusions**; Concrete or concrete is an important element found in the construction sector. When it comes to understanding, a proportion is used for the construction of the pavements, as well as the presence of concrete in the use of the supports of structures for buildings and machinery. This embodiment of the mixture basically consists of mixing fine aggregates such as coarse, cement and water. However, these main elements will not be found in abundance in hundreds of years, and this research will be carried out to provide insight into the use of epoxy and polyester based polymer concrete, improving the physical properties of concrete. conventional cement Finally, it was determined that this polymeric concrete can be used in a wide variety, such as the use in coatings and repairs, as well as its use in industrial sectors that are heavy and that need great flexibility and chemical resistance; However, this polymer concrete in its resistance to compression and flexion will depend on the polymer to be added, being this thermosetting. It follows that the polymer concrete that is made on the basis of PFA can be used in conventional concrete, since it is obtained from renewable resources; concluding that polymer concrete for the use of industries must have a chemical resistance.

Se llegó a **determinar** que el concreto polimérico se puede usar en una amplia variedad, como recubrimientos y reparaciones, así como también para las aplicaciones en los sectores industriales, donde se requieran de una resistencia a la flexibilidad como también a una resistencia química. También presenta que se puede usar como concreto polimérico sobre concreto convencional, por lo que se obtiene recursos renovables. Teniendo como resultado que en la industria pesada se requiere de la presencia del concreto polimérico por su alta resistencia química.

Simsek, B. y Uygunoglu, T. (2016), en el artículo titulada ***“Multi-response optimization of polymer blended concrete: A TOPSIS based Taguchi application”***, this article shows the following summary: Indicating that the use of these -the so-called polymeric materials, which result from mixing with concrete, can lead to an increase in the thermal insulation of concrete; however, they can also

cause a decrease in the compressive strength of the concrete made. The methods carried out for the optimization of the multiple response have reached the desired level of thermal insulation, showing an acceptable level of resistance to compression by adding the polymers. For this, the TOPSIS method based on taguchi has been applied, to be able to determine the optimal proportions for the realization of the concrete mixture, since it contains polymers such as polyethylene that has a high density, another is also low polyethylene. -density, polypropylene, (...). The concrete that has been mixed with various polymers, may contain a thermal conductivity of less than 57.8% depending on the reference concrete, has acquired a loss of 28.2 days of compressive strength of 40.2%. Concrete mixed with the designed polymers can contain a thermal conductivity of 0.70 w / m K and a compressive strength of 28 of 36.8 Mpa, where polypropylene was finally determined to be an excellent choice with respect to environmental problems. Carrying out this research helped to allow the elimination of polymeric materials that cause an environmental problem, as well as to guarantee energy savings for the manufacturer and its manufacture.

El método TOPSIS basado en taguchi fue aplicado para **determinar** las proporciones óptimas de la mezcla de concreto, ya que esta presentaba polímeros como el polietileno que tiene una alta densidad, polietileno de baja densidad, polipropileno como entre otros polímeros. Donde el concreto mezclado con diversos polímeros, **mostró** una conductividad térmica de menos de 57.8% según el concreto de referencia, adquiriendo una pérdida de resistencia a la compresión de 28 días de 40.2%. El concreto mezclado con polímeros presentó conductividad térmica de 0.70 w / m K y una resistencia a la compresión de 28 de 36.8 Mpa, y se determinó que el polipropileno es una opción más atractiva con respecto a los problemas ambientales.

Kyung, J. y Seung. CH. (2016), Article in Composite Structures, titulada ***“Evaluation of shrinkage-induced stress in a runway using compliant polymer concrete”***, then presenting the following summary of the developed article: The main objective of this study is to investigate the tensions that are produced by contraction in a part of a rigid pavement that was repaired with compatible polymer concrete. For the realization of this main objective it was determined, for the properties of the polymer concrete it was found partially cured

in different grades where they were determined and used in the analysis of stress tests. In order to measure the degree of cure and shrinkage deformation in the repaired part, a monitoring system was installed that was comprised of Bragg grating dielectrometry and fiber optic sensors (FBG) at an airport located in Gimpo, from Korea). The values obtained in the deformation by contraction measured in the various degrees of curing of the polymer concrete, were used in the analysis of elements to be able to determine the stresses induced by the contraction. However, in order to improve the performance in terms of the stress analysis accuracy, changes in the properties of the polymer concrete during the curing process were considered. Therefore, this investigation concluded that the variations in the properties during the curing process should be considered in order to determine the material failure due to the contraction of curing of the material to which it is affected. by the traction by the critical loads to which the rigid pavement is always subjected.

Las propiedades del concreto polimérico se **encontró** parcialmente el curado en diferentes grados donde se determinaron y utilizaron en el análisis de pruebas de tensión. Donde para mejorar el rendimiento en términos de precisión del análisis de tensión, se **consideraron** cambios en las propiedades del hormigón polímero durante el proceso de curado. Por lo tanto, esta investigación concluyó que las variaciones en las propiedades durante el proceso de curado deben considerarse para determinar la falla del material debido a la contracción del curado del material al que se ve afectado.

El reforzamiento de una losa de pavimento rígido se realizará cuando la losa presente fallas estructurales, con fisuramientos, roturas y daños superficiales, que no se puedan reparar por motivos económicos mediante los métodos usuales de conservación, afectando a corto tiempo la comodidad del transeúnte.¹

En la mayoría de las situaciones presentadas se deberá realizar un análisis especial y establecido para poder determinar las posibles causas de las fallas y realizar las acciones necesarias como: parchados, reparación parcial o total de la losa, colocación de barras de transferencia de carga, drenaje, estabilización mediante

1 (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 253)

inyecciones de lechada, etc.), y realizar el procedimiento de refuerzo, a fin de poder reforzar el pavimento antiguo, funcionando como una base capacitada y estable para los nuevos elementos de la losa.

El Reforzamiento es utilizado para diferentes tipos de estructuras utilizando materiales adicionales como aditivos, con el objetivo de aumentar las capacidades de cargas y de la servicialidad de la estructura a reforzar.

Estos reforzamientos se aplican cuando se observan diversos errores en el diseño o sobre una sobrecarga para la estructura que fue cambiando a través de los tiempos para así poder alcanzar a una resistencia mayor a lo que se tenía antes en la estructura.²

El pavimento rígido es una estructura que cuenta con una sola carpeta de rodadura rígida que está diseñada con concreto. El pavimento rígido recibe este nombramiento debido y gracias a sus principales propiedades con las que cuenta la capa de concreto, absorbiendo una gran parte de las cargas de los vehículos.³

El pavimento rígido está integrado por una sola capa hecho de concreto rígido, la cual se encuentra ubicada y apoyada en una base, que está compuesta por material grueso; para esta capa que va a descansar en el suelo compactado que es llamado subrasante, y por lo general para la resistencia para el pavimento rígido, va depender en la losa de concreto.⁴



Figura 5. Pavimento rígido

2 (YAGUAL Quimi, Dussan, 2014)

3 (BECERRA, 2012 pág. 6)

4 (GIORDANI, y otros, 2011)

Las capas del pavimento rígido están conformadas por: losa, base y sub base y la sub rasante.

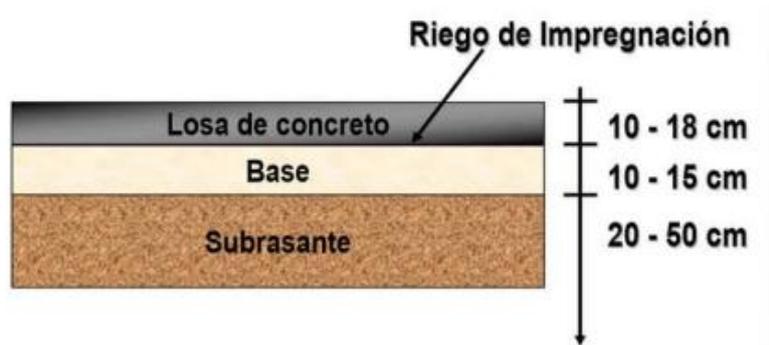


Figura 6. Capas de un pavimento rígido

Una **estructura** que presenta un pavimento rígido está constituida por capas adyacentes que contienen diferentes elementos procesado por encima del terreno natural donde será construido, con la finalidad de distribuir las cargas que se aplican por un vehículo a la última capa.⁵

La primera capa del pavimento rígido está conformado por una losa de concreto armado que ha sido realizado con cemento portland, Para este cemento se tendrá una consideración mínima que se va establecer con los ensayos que se van a realizar y así experimentar cual es la resistencia a la cual se logrará llegar y como también a una adecuada durabilidad del concreto, por otro lado para el concreto se debe tener aire incorporado necesario para aumentar la resistencia al deterioro de la superficie debido a diversos factores que puede perjudicar el pavimento rígido.⁶

Por lo tanto, para la losa de concreto se le aplicara diversos esfuerzos por lo cual estará distribuido de acuerdo a la rigidez que se requiera para la losa, para así generar capas inferiores como son la base y sub base, soporten menos esfuerzos.

Para la base y la capa que se encuentra adyacente, siendo este la subbase es la proporción de la estructura del pavimento de concreto, encontrándose estas capas entre la subrasante y la losa rígida. Por lo general está constituida por una o más capas determinadamente compactadas de materiales granulares o

5 (CHAVEZ, 2014)

6 (AASHTO 93 pág. 5)

estabilizadores, con el fin de prevenir la realización del bombeo en los suelos finos. Para la subbase será necesario cuando se provoca la unión de suelo, agua y las cargas que provocan un bombeo.⁷

Entonces se indica que esta capa es principal ya que cumple una función esencial el soporte de esfuerzos, sin embargo, al referirse de un pavimento de concreto los esfuerzos a los que se encuentra sometidos son pequeños. La capa tiene una función secundaria siendo esta realizar la función de drenaje para la protección de la estructura que se encuentra en la parte superior, controlando la presencia del agua.

el pavimento de concreto tiene la función de soporte natural, que se prepara y se compacta, siendo esta **la sub rasante**, en el cual se va poder construir el pavimento. Tiene como objetivo de brindar un apoyo de forma uniforme, sin la aplicación de métodos bruscos en el soporte, ya que es de suma importancia, más que la capa de la subrasante la cual este realice un apoyo estable a que realice una capacidad alta de soporte, en donde, es necesario tener precaución al momento de realizar el espacio del suelo.⁸

Es decir que el área del suelo natural donde se construirá y se encuentra apoyada, el pavimento tendrá como función de brindar la estabilidad necesaria para el pavimento. Ya que el pavimento se inicia con la construcción de la capa denominada subrasante, debido a que el suelo brindará soporte a todo el pavimento.

La realización del parchado es referido como un sellado para deferentes fallas de pavimento una de ellas, son las fisuras que son aberturas de iguales o menores a 3 mm y como también la grietas que son consideradas cuando tienen una abertura mayor a 3, Por lo tanto tiene el fin de colocar materiales especiales que se encuentran sobre o dentro de las fisuras o el realizar un relleno con materiales especiales dentro de la grietas, y así dar un sellado que pueda impedir la entrada de agua y la de materiales que son incompresibles como elementos de gran dureza

7 (AASHTO 93 pág. 4)

8 (AASHTO 93 pág. 4)

y así poder minimizar la formaciones de agrietamiento como piel de cocodrilo y la posterior aparición de baches.⁹

Para el parchado superficial está constituido en dar reparación a las fallas que pueda tener el pavimento como los baches que son común en esta estructura, ya que se produce una desintegración parcial del pavimento en forma de hueco, cuya solución es aplicar un parchado en la zona de falla.¹⁰

Los causantes de este problema tienen como origen en las mezclas con mala dosificación o como una compactación insuficiente. Esta solución es la más utilizada en el aspecto técnico ya que ayuda a conservar al pavimento. Para el parchado superficial se utilizar para dar reparaciones a los baches y como el cambio de las áreas de pavimento que se encuentre deterioradas. Tiene como objetivo a dar, la recuperación de las condiciones para poder obtener una adecuada transitabilidad de vehículos garantizando una seguridad, comodidad, rapidez y economía, como también para aminorar el tiempo de presencia de los daños más perjudiciales en el pavimento.



Figura 7. Parchado Superficial

Para la **aplicación de un parchado profundo** está constituida para dar reparación baches o el mismo reemplazo de partes gravemente deteriorada en la estructura del pavimento, cuando este daño perjudique a la capa principal del pavimento como también a una parte de la capa de la base y subbase. Esta metodología se debe

⁹ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2013 pág. 451)

¹⁰ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2013 pág. 452)

realizar para brindar la reparación de áreas que indiquen unas fallas que son producidas por agrietamientos que toma a diversas capas del pavimento o como el debilitamiento de la base, subbase o subrasante.

Tiene como finalidad a dar la recuperación de la condición de la estructura y de la superficie para dar una buena circulación vehicular y reducir los daños que pueden formas daños más severos.¹¹

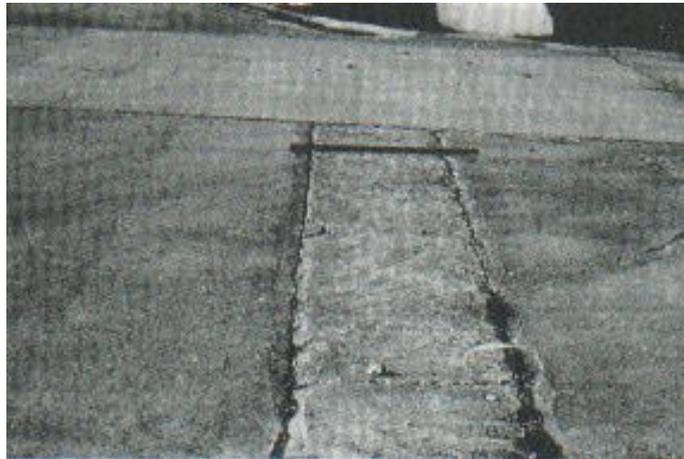


Figura 8. Parchado Profundo



Figura 9. Parchado Profundo

La realización de la reparación de las losas de concreto, o la realización del mantenimiento de esta, consiste en la realización de la reparación de los daños, deterioros o fallas que se fueron encontrando y observando en las losas, teniendo

¹¹ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2013 pág. 464)

como finalidad a una restauración que se adhiera a la condición original en la que se encontraba; cuyo objetivo es restablecer la condición estructural y su funcionalidad del pavimento rígido.¹²

La reparación parcial de la losa, comprende en el traslado y el reemplazo de una parte de la losa de concreto; teniendo como finalidad la reparación de los daños superficiales. Este tipo de reparación se aplica en casos donde las juntas se quiebran, presencia de fisuras, provocadas en su mayoría por un inadecuado mantenimiento de las juntas, al no estar debidamente selladas permitiendo el ingreso de diversas sustancias. Este tipo de reparación se debe aplicar solo cuando el daño sea superficial.¹³

La reparación total de la losa, consiste en que este tipo de reparación consiste en el traslado y el reemplazo de una parte de la losa con todo espesor, la reparación total de la losa debe contar con una longitud mínima de 2 m, siendo para los pavimentos con pasadores y de 2.5 m para los pavimentos sin pasadores.



Figura 10. Reparación parcial



Figura 11. Reparación total

la realización de **la transferencia de cargas** se realizará en las juntas y grietas transversales de los pavimentos rígidos de la vía; mediante la colocación de barras de acero, que serán colocadas por lo general en la mitad del espesor de la losa de concreto o en los sitios donde se indica en el proyecto.¹⁴

La función de estos materiales denominados juntas es controlar el fisuramiento, como también tener control del agrietamiento ya que este se somete la losa de pavimento, por motivo de que la contracción del mismo concreto presente pérdida de humedad, así como a las modificaciones de la temperatura a la que está sometida, la losa por su exposición al ambiente en la que se encuentre.

Estos elementos, denominados juntas, presentan las siguientes funciones:

¹² (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2013 pág. 512)

¹³ (CALO, y otros, 2012)

¹⁴ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2013 pág. 550)

- Poder controlar el fisuramiento transversal y longitudinal.
- Poder dividir el concreto en secciones que sean aptas para la realización de la construcción en el proceso constructivo.
- Permitir el movimiento y alabeo de las losas.
- Permitir que la transferencia de carga se realice entre losas o capas.¹⁵

Estas **juntas transversales de contracción**, tendrán un diseño ubicadas de tal forma que se encuentren de manera transversal a la línea que se encuentra central en el concreto, estando espaciadas tener el control de la fisuración y el agrietamiento que son ocasionados por la retracción del concreto, como también por los cambios climáticos, por la cual estará sometida en la zona de construcción siendo los cambios de humedad y de la temperatura.¹⁶

Estas **juntas transversales de construcción**, son generadas y construidas al final de la realización de las actividades; estas se deberán encontrar y realizar su construcción en el lugar que sea necesario. Las juntas transversales de construcción requieren del empleo de pasadores para que puedan transferir la carga.

Las **juntas transversales de dilatación** tienen como principal propósito, que es el de la realización de cercar una estructura que se encuentre sobre el carril de pavimento [...] Normalmente los pavimentos rígidos no requieren de la utilización o de la colocación de este tipo de juntas, ya que la colocación de estas juntas transversales ocasionaban que las juntas de contracción se abran más de lo necesario ocasionando la deterioración de la unión con los agregados, afectando la transferencia de la carga de los pavimentos.¹⁷

Las grietas transversales se encuentran perpendicularmente al eje de circulación de la vía, donde estas pueden alargarse o extenderse hasta donde se encuentran las juntas transversales como también hasta llegar hacia las juntas longitudinales, siempre que la junta transversal se encuentre a una distancia tal que llegue al borde de mayor longitud que a la mitad del ancho de la losa, y por la junta longitudinal que se encuentren a una longitud que sea inferior a la mitad del largo de la losa, este

¹⁵ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 244)

¹⁶ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 246)

¹⁷ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 246)

tipo de grieta se encuentra en la mayoría de los pavimentos rígidos.¹⁸



Figura 12. Grieta transversal

Los **polímeros** añadidos en el concreto realzan ciertas propiedades como: obtener una menor absorción del agua, un realce en la dureza, también ayudan a mejorar la capacidad a flexión, resistencia a las heladas, como también la resistencia a la corrosión por ácidos sulfúricos.¹⁹

Existe una gran diversidad y variedad de polímeros, tanto termoplásticos como termoestables que se ven utilizadas en el rubro de la construcción. Mostrándose esta relación de hormigón o concreto con polímeros.²⁰

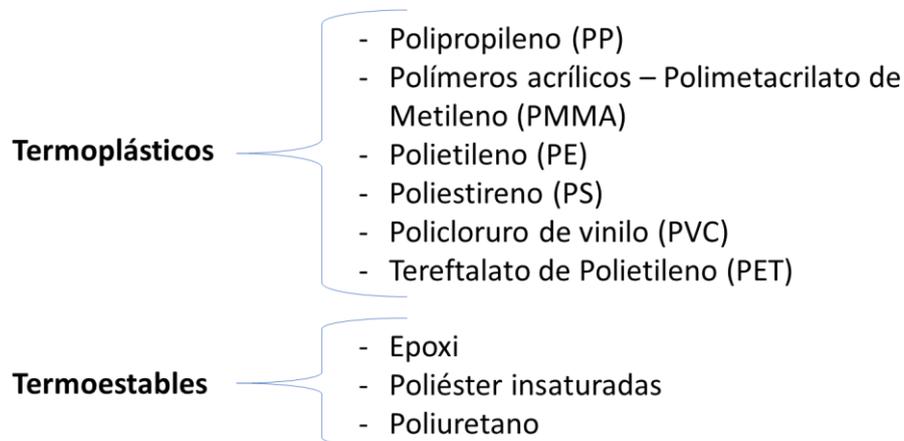


Figura 13. Polímeros utilizados en la construcción

¹⁸ (MANUAL para la inspección Visual de Pavimentos, 2006)

¹⁹ (GONZÁLEZ REYES, 2004)

²⁰ (CASTELLESE, 2011 pág. 11)

Las principales características de los **Termoplásticos** es que se pueden moldearse y fundirse más de una vez, por lo cual los son muy adecuados para la realización del reciclaje.²¹

Los **termoplásticos** en comparación con los otros tipos de plásticos, estos se fabrican y se emplean en cantidades muy grandes. Estos por lo general presentan un buen conjunto de propiedades mecánicas, un fácil procesamiento y bastantes económicos.²²

El **polipropileno**, es un polímero termoplástico que cuenta con una gran variedad de aplicaciones ya que, al ser termoplástico, este tipo de material ayuda a que fácilmente se pueda moldear y aplicándolo calor se puede llegar a conseguir la forma deseada. Este material puede ser utilizado como plástico o como fibra.

Sus principales características son: es resistente al agua, evitando así el traspaso de humedad y del agua, por lo que le hace muy útil para aquellos productos que requieran de protección, cuenta con una alta resistencia, al ser sometido a flexión y fatiga cuenta con una gran resistencia sin fracturarse fácilmente.²³

La **fibra de polipropileno**, esta fibra actúa como un refuerzo secundario al concreto, donde este polímero al ser mezclado con el concreto evita la presencia del micro agrietamiento del elemento al que fue incorporado. Por llega a permitir la reducción de los agrietamientos por contracción plástica en estado fresco y por temperatura cuando se encuentra endurecido.

Entre sus principales usos del polipropileno como refuerzo secundario del concreto son: concretos de alta resistencia en el sector industrial, carreteras, pavimentos industriales, prefabricación de hormigón, etc.²⁴

El concreto polimérico es un compuesto que está conformado por agregado fino o grueso y un polímero que forma una matriz tridimensional que envuelve a los agregados; de esta forma se obtiene de manera rápido, un material de gran solidez y de una gran resistencia a la compresión impermeable, durable, que puede llegar

²¹ (ENVASELIA, 2018)

²² (BELTRÁN, y otros pág. 57)

²³ (PLÁSTICOS ASCASO)

²⁴ (C-TRES)

a resistir a los ataques químicos, a los cambios térmicos y eléctricos, pero tiende a ser bajo para la resistencia a la tensión y de falla frágil.²⁵

Para llegar a elaborar un concreto polimérico, se deberán seguir las mismas indicaciones con respecto a los agregados que se utilizarán para la elaboración de un concreto diseñado con cemento portland, donde indica que cambia por completo ya que la elaboración del concreto polimérico es diferente al concreto convencional del cemento.

El concreto polimérico está compuesto por un conjunto de resinas poliméricas (Poliéster, acrílicas epóxicas, furánicas), Cargas minerales (Arenas, cuarzos, carbonatos, sílicas) y fibras de vidrio, y esto permite un rápido curado y alta resistencia mecánica, mínima absorción de agua.²⁶

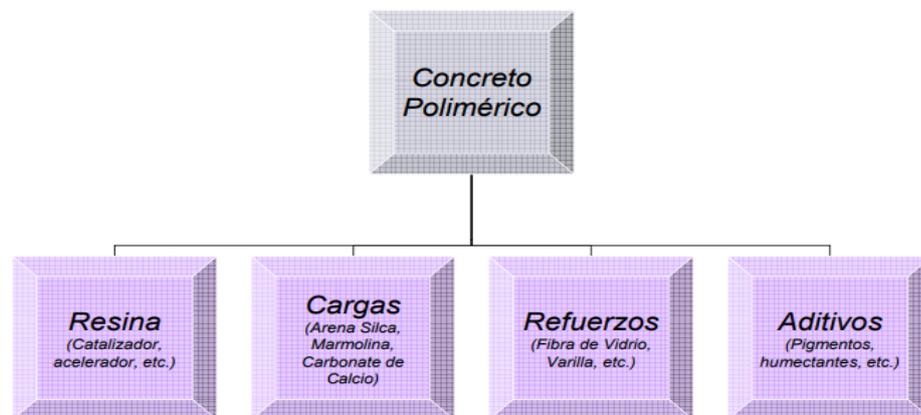


Figura 14. Componentes del Concreto Polimérico

El concreto polimérico es un componente que se encuentra constituido por varios elementos que conforman de la mezcla de una resina termoestable y agregados minerales, a diferencia del agua y el cemento tipo portland tradicional que son utilizados en la elaboración de físicos y químicos tanto de la resina como de los agregados minerales, por lo cual el concreto polimérico llegó a ser de tres a cinco veces más resistente que el concreto rígido. Por los las siguientes componentes que tiene.²⁷

²⁵ (FUENTES, 2014)

²⁶ (PADILLA, y otros, 2010)

²⁷ (MARTINEZ, 2013)

Las resinas pueden ser sustancias líquidas que pueden transformarse y pasar al estado sólido mediante una reacción química que puede ser provocada por un agente externo, se pueden encontrar y existir diferentes tipos de resinas en donde se pueden encontrar las llamadas poliéster, vinylester y epoxi. Estas últimas presentan mejores características de adición y resistencia al agua.²⁸

Las resinas de poliéster se presentan líquidas a temperatura del medioambiente y donde estas pueden llegar a ser llevadas al estado sólido, en diferencia de las resinas pre-aceleradas. Estas resinas pueden llegar a ser aceleradas por añadirse.²⁹

Por lo cual es necesario **realizar un catalizado**, la realización de este proceso químico por el cual los reactivos, monómeros que se agrupan químicamente entre sí, originando y dando lugar a una molécula de gran peso, llamado polímero.³⁰

Las planchas de **concreto polimérico** es un material pre fabricado que está compuesto por diferentes componentes, este material es resistencia a los golpes y puedes construir de una manera instantánea su peso volumétrico es similar al concreto portland, pero tienen mayores beneficios para el salitre y resistencia.³¹

Entre las ventajas y desventajas que se pueden apreciar para **el concreto polimérico** son las siguientes: los tiempos de la realización del proceso del concreto polimérico son cortos, mostrando generalmente de 8 a 10 veces menores a diferencia del concreto Portland, también presenta que los costos son generalmente mayores, al del cemento convencional, llega a presentar un costo efectivo es decir que, a largo tiempo de vida, bajo será el costo de la realización del mantenimiento. Otras de las ventajas es que reduce los costos de instalación, es decir no requiere de equipos especiales.

Entre las principales características e influencia del concreto polimérico hacia el concreto convencional son los siguientes: su tiempo de proceso del concreto polimérico consta de 140 minutos (2.33 horas), mientras que el cemento convencional consta de 3030 minutos con un total de (50.5 horas), presenta

²⁸ (FUENTES, 2014)

²⁹ (GIL, 2012)

³⁰ (GIL, 2012)

³¹ (CONCRETO POLIMÉRICO PERÚ, 2016)

resistencia hacia los cambios climáticos, cuenta con una alta durabilidad, una alta resistencia a la radiación, presenta bajo peso específico, cuenta con una alta resistencia mecánica, siendo estas las resistencias a la flexión y como también la resistencia a la tensión, mostrando ser superiores a los del concreto convencional utilizados con el cemento portland, estos concretos resisten también al impacto, como también la baja absorción de la humedad, también una de sus características es que llega a ser estable bajo condiciones de congelación.³²

Tabla 1. Resistencia a solventes y químicos

	Concreto Polimérico	Cemento Portland
Agua	OK	Permeable
Gasolina	OK	Permeable
Aceite Hidráulico	OK	Permeable
Sosa Cáustica	OK	Corroe
Ácidos	OK	Corroe
Sales Terreas	OK	Corroe

Fuente: Congreso de poliformas - 2010

El procedimiento de la realización del concreto polimérico presenta lo siguiente: se empieza con la realización del pesado de los componentes, vaciado de la resina, después se realiza el mezclado la resina con las cargas más finas hasta las más gruesas, por último, se mezcla con el catalizador, para poder vaciarse y compactarse, esperando el curado.

Las aplicaciones que tiene el concreto polimérico son: en la construcción y viviendas, en las industrias químicas, producción de productos prefabricados para los sistemas de drenado, ductos, drenaje, tapas de alcantarillado, aplicaciones eléctricas como aislantes de alto y bajo voltaje; utilidades en pisos industriales, losetas para pisos, reparaciones, soportes de postes.³³

³² (PADILLA, y otros, 2010)

³³ (PADILLA, y otros, 2010)



Figura 15. Ductos



Figura 16. Drenaje



Figura 17. Tapas de alcantarillado

Propiedades en estado fresco del concreto; entre las propiedades del concreto fresco se presentó el asentamiento, para el informe de investigación.

NTP 339.035: Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.

ASTM C143: Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete

El Asentamiento del concreto (SLUMP), “consiste en establecer el ensayo para poder llegar a ser determinado en las obras y en el laboratorio.”

“Los concretos cuyo asentamiento sean menores a (1/2”), son aquellos por contar con bajo asentamiento llegar a ser inadecuadamente plásticos, mientras que los

concretos cuyo asentamiento tienden a ser mayores a (9") pueden llegar a no ser adecuadamente cohesivos.³⁴

“Este ensayo, el de consistencia es llamado también de revenimiento, asentamiento o Slump, ensayo que es utilizado para mostrar una característica con la que cuenta el concreto cuando se encuentra en estado fresco, es decir mostrar el comportamiento que presenta, donde este ensayo consiste básicamente en consolidar, vaciar una muestra de concreto fresco en un molde y llegar a medir el asiento que presenta la mezcla cuando esta es desmoldeado; es decir la capacidad del concreto de adaptarse al encofrado o molde con facilidad.”³⁵

Tabla 2. Asentamientos recomendados para diversos tipos de construcciones

Tipo de Estructura	Asentamiento Máximo**	Asentamiento Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"
Notas: * El asentamiento puede incrementar cuando se usan aditivos, siempre que no se modifique la relación Agua/Cemento ni exista segregación ni exudación. ** El asentamiento puede incrementarse en 1" si no se usa vibrador en la compactación.		

Fuente: adaptado de American Concrete Institute, ACI 211.1

Tabla 3. Clases de mezclas según su asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración Normal
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Vibración Ligera
Fluida	Mayor a 5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: adaptado de Abanto Castillo – Tecnología del Concreto

Propiedades en estado endurecido del concreto; que se presentó en el informe de investigación fueron la resistencia a la compresión y flexión.

³⁴ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2017 pág. 801)

³⁵ (ABANTO CASTILLO, 2009 pág. 47)

La resistencia tiene como parte integrante de la mecánica de estructuras, tiene como función primordial, determinar las respuestas de las estructuras cuando éstas se encuentren sometidas a las diversas acciones que deberán soportar durante su construcción y vida útil.³⁶

Por lo cual se puede determinar que la resistencia se puede expresar en términos o referencias de la fuerza que se encuentra interna o de la combinación de fuerzas internas que se llegan a producir.

Resistencia mecánica, se dice que una estructura de concreto se encuentra bajo diversos estados de sollicitación (Compresión, corte, tracción, flexo tracción, entre otros), con el fin de llevar a cabo la realización de los ensayos de control, que analicen todos los estados que se encuentren en tensión, por lo que se realizan dichas pruebas sobre probetas normalizadas.³⁷

Resistencia a la tensión, [...], esta propiedad que es la resistencia a la tensión, por lo que no se tiene en consideración, al momento de la elaboración del diseño de estructura normal. Sin embargo, la presencia de la resistencia a la tensión se requiere de suma importancia en el agrietamiento del concreto debido a la restricción de la contracción inducida por el secado o por disminución de la temperatura. Los concretos que son elaborados como también diseñados con agregados livianos, presentan en su resistencia una reducción considerablemente más que los agregados normales, por lo tanto, esto resulta que la resistencia a la tensión puede ser considerada en el momento de realizar el diseño de la estructura correspondiente.³⁸

Para el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, se realizan los siguientes ensayos de resistencia del concreto:

NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la Compresión del concreto en muestras cilíndricas

ASTM C39 Standard Test Method compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

³⁶ (CERVERA, y otros, 2001)

³⁷ (ZAMBRANO, 2013)

³⁸ (RIVERA, 2012)

Teniendo de frecuencia una muestra por cada 450 m², pero no menos de una por día. Estos ensayos se realizarán en laboratorio la supervisión.³⁹

La resistencia a la compresión se obtiene mediante la realización de probetas cilíndricas, de acuerdo con los procedimientos que fueron establecidos y determinados en las normas ASTM C39.⁴⁰

Principalmente el diseñador de la estructura, especifica en las hojas de cálculos y en el momento de la realización de los planos una resistencia a la compresión del concreto ($f'c$), la cual se llega a utilizar como base de referencia para proceder con la realización y el poder calcular el dimensionamiento y el reforzamiento de los diferentes y diversos elementos que se pueden encontrar en la realización de una obra.⁴¹

La primordial regla que pretende relacionar la resistencia del concreto con la elaboración de la composición de su mezcla, es la conocida y mayor aplicada en campo como en laboratorio es la aplicada ley de abrams; (1919), por lo que, según esta ley, la resistencia del concreto depende primordial como fundamentalmente de la proporción entre el peso del agua y el agregado, esta simbolización con la variable:

- Aplicación axial de la carga.
- Velocidad de carga.
- Tamaño y forma de probetas.⁴²

Para el Ministerio de Transporte y Comunicaciones:

- El ensayo que consiste en la realización de la compresión, consiste en realizar una aplicación de una carga axial a los cilindros, muestras, testigos o probetas cilíndricas que fueron moldeados, hasta que estas (las muestras) presenten el deterioro. La resistencia a la compresión de la probeta se determinará dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por su sección transversal.
- Los resultados obtenidos del ensayo, pueden llegar a utilizarse como un

³⁹ (MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010 pág. 28)

⁴⁰ (MINISTERIO de Transporte y Obras Públicas , 2012 pág. 26)

⁴¹ (RIVERA, 2012)

⁴² (ZAMBRANO, 2013)

principio para la realización del control de calidad de las operaciones de la dosificación, el mezclado y la colocación del concreto, como también para poder cumplir con las especificaciones y el control de la efectividad de los aditivos entre otros.

- Se deberá tener cuidado al momento de realizar la interpretación de los resultados que muestra la realización del ensayo de la resistencia a la compresión mediante la realización de este método para el ensayo. Los valores que llegarán a ser obtenidos dependerán del tamaño y forma de las probetas, de los procedimientos de mezclado, moldes y fabricación, temperatura y condiciones de humedad.⁴³

Tabla 4. Edad del ensayo y las tolerancias

Edad del Ensayo	Edad del Ensayo
12 horas	0,25 o 2,1%
24 horas	± 0,5 horas o 2,1 %
3 días	2 horas ó 2,28%
7 días	6 horas ó 3,6%
28 días	20 horas 3,0%
56 días	40 horas ó 3,0%
90 días	2 días ö 2,2%

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

- La velocidad de la carga, se aplicará frecuentemente sin realizar golpes bruscos.
- La carga se deberá aplicar a una velocidad establecida en un rango de 0.25 ± 0.05 MPa/s o (35 ± 7 psi/s), la velocidad establecida se deberá mantener, al menos durante la segunda mitad del periodo de realización del ensayo. Durante la aplicación de la primera mitad de la fase de carga, se permitirá una velocidad de carga mayor.

⁴³ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2017 pág. 789)

NTP 339.078 Método de ensayo para la determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

ASTM C78 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading).

La resistencia a la tracción por flexión será determinada mediante probetas prismáticas, de acuerdo con los procedimientos.⁴⁴

La realización del mencionado ensayo de la resistencia a la flexión es una forma que ayudará a la medición de la resistencia a la tracción del concreto. Esta resistencia ayuda a ser una medida de hacia las fallas que presenta por el momento de una viga de concreto. Las personas encargadas de la realización del diseño de los pavimentos tanto rígidos como flexibles tendrán que utilizar una teoría que se encuentren y estén fundamentadas con la teoría de la resistencia a la flexión, por lo tanto, siendo esta necesario deberá ser requerido en el diseño de las mezclas en el laboratorio donde se realiza dicha elaboración de diseño, basándose en los ensayos de resistencia a la flexión, se utilizan el módulo de rotura para el control del campo y poder llegar a contar con la aceptación de los pavimentos.⁴⁵

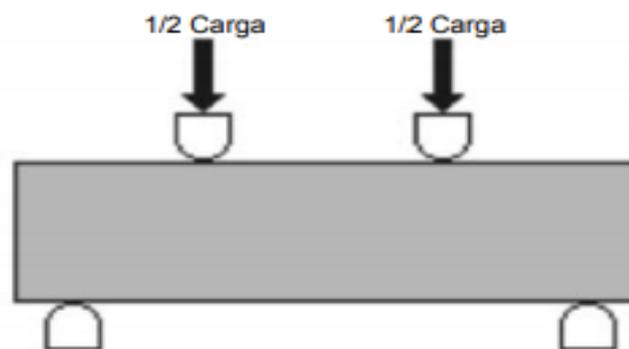


Figura 18. Resistencia a la flexión

Las cargas que llegarán a ser aplicadas en las muestras, probetas, testigos prismáticos se realizarán en los puntos tercios de estos. Se tiene que la mitad de la carga se aplica en cada tercio de la longitud. El módulo de rotura tiende a ser más bajo cuando se les aplica la carga a los tercios de la longitud, caso contrario ocurre cuando la carga llega a ser aplicada en el punto medio de la longitud de las

⁴⁴ (MINISTERIO de Transporte y Obras Públicas , 2012 pág. 26)

⁴⁵ (PORTILLA, 2014)

muestras o testigos prismáticos. La tensión máxima llega a ser presentado en el tercio medio de la viga.⁴⁶

Procedimiento:

- El procedimiento que se debe tener en cuenta para la realización del ensayo es que se debe tener en cuenta para obtener la determinación de la resistencia a la flexión del concreto, será mediante la utilización de una viga, esta prismática, simple que se encuentre cargada a la tercera parte de luz.
- Las probetas o muestras de ensayo deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma MTC E 702, siendo esta norma tratando de la “Elaboración y curado de muestras de concreto para ensayos de laboratorio”.
- Las probetas o las muestras deberán tener una distancia libre entre los apoyos de al menos, tres veces la altura de las probetas o las muestras.
- Las caras de la muestra deberán formar ángulos, caras que deberán ser considerados en encontrados rectos, donde todas áreas con las que cuenten estas muestras prismáticas, y aquellas que se encuentren en contacto con los bloques donde se realizará la aplicación de las cargas deberán presentarse libres de rajaduras y no contar con agujeros.⁴⁷

⁴⁶ (NORMA ASTM C78, 2017)

⁴⁷ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2017 pág. 823)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño Metodológico

Tipo de investigación de acuerdo al fin

El tipo de investigación determinado para el Informe de Investigación fue una Investigación Aplicada, para la obtención de un resultado hacia el problema encontrado, mediante la aplicación de métodos y teorías.

“La investigación aplicada también es conocida como investigación práctica o empírica, es decir; que se identifica por la aplicación de los conocimientos con los que se contaba y los por los conocimientos que se irán adquiriendo en el transcurso del tiempo, con la obtención de un resultado riguroso y organizado para conocer la verdad.”⁴⁸

Tipo de investigación de acuerdo al nivel:

Por lo que el tipo de investigación de acuerdo al nivel para el Informe de Investigación fue el descriptivo.

“La investigación descriptiva comprende en la caracterización, descripción de fenómenos, contextos y la situación de cómo se manifiestan, con el fin de establecer su comportamiento.”⁴⁹

Tipo de investigación de acuerdo al diseño metodológico:

El diseño determinado para el Informe de Investigación fue No Experimental y Transversal Correlacional – Causal.

“La investigación no experimental, se realiza sin la manipulación de las variables; en donde solo se observarán y como también se identificarán los fenómenos para ser analizados.”⁵⁰

“La investigación de diseño transversal es aquella, donde la recopilación de datos se realiza en un momento único, cuyo objetivo consiste en la descripción de las variables y analizar su incidencia como también su interrelación en un momento dado.”⁵¹

⁴⁸ (MURILLO, 2008)

⁴⁹ (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 152)

⁵⁰ (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 152)

⁵¹ (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 154)

El diseño transeccional correlacional – causal, consiste en establecer relaciones entre las variables estudiadas sin precisar sentido de causalidad o como también analizar relaciones causales.”⁵²

Tipo de investigación de acuerdo al enfoque:

El Informe de Investigación presentó un enfoque Cuantitativo.

El enfoque Cuantitativo es aquel que sigue los pasos establecidos; es decir, es de manera secuencial; donde cada paso presenta una secuencia y orden, donde no se puede saltar la metodología diseñada, siendo de un orden estricto.⁵³

3.2 Variable y Operacionalización

- **Variables**

Las variables son aquellas que pueden definirse como los aspectos o características, que presentan los problemas que llegaron a ser planteados en la investigación, donde estas expresan un conjunto de propiedades, cualidades y características observables [...] ⁵⁴

Teniendo como variables las siguientes:

Variable independiente	V1: Polímero
Variable dependiente	V2: Concreto

- **Operacionalización**

“La operacionalización de variables, viene a ser un proceso metodológico, que consiste básicamente en la descomposición que se realizará deductivamente las variables que estas fueron planteadas el problema de investigación.”⁵⁵

- **Escala de medición**

Una escala de medición, es el conjunto de los posibles valores con los que puede contar o tomar las variables.⁵⁶

⁵² (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 157)

⁵³ (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 4)

⁵⁴ (CARRASCO, 2005 pág. 219)

⁵⁵ (CARRASCO, 2005 pág. 226)

⁵⁶ (CORONADO PADILLA, 2007 pág. 106)

Razón:

En la realización del informe de Investigación se tomó como escala de medición, la razón, siendo las variables de nivel cuantitativo.

Las escalas de razón admiten cálculos de todo tipo de operaciones aritméticas, razones y proporciones; en donde el cero llega a representar la ausencia de las características en cuestión.⁵⁷

3.3 Población, Muestra y muestreo

Población

“Una población será de utilidad para señalar las observaciones o medidas de los individuos u objetos.”⁵⁸

Para el Informe de Investigación contó con una población que estuvo conformada por todos los ensayos que se realizan al concreto, ensayos que ayudaron a la determinación de las características tanto del concreto patrón, como el concreto que se le fueron agregando los polímeros (fibras de polipropileno); tales como: ensayos para determinar las propiedades mecánicas, ensayos para determinar la trabajabilidad, ensayos de contenido de aire, la exudación, el peso unitario, entre otros.

Muestra

“La muestra, es determinada como un conjunto de medidas que pertenecen a una cierta parte de la población siendo esta representativa y adecuada.”⁵⁹

Se consideró solo tres ensayos que se realizan al concreto.

- Asentamiento (SLUMP)
- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión

⁵⁷ (CORONADO PADILLA, 2007 pág. 119)

⁵⁸ (VALDERRAMA, 2013)

⁵⁹ (CARRASCO, 2005 pág. 237)

Muestreo

El muestreo no probabilístico, es aquel que se realiza una selección de un elemento que no dependerá de la probabilidad; aquel que no va a depender de fórmulas ni de métodos probabilísticos; utilizando la toma de decisión del investigador.⁶⁰

Por lo que, para el desarrollo del Informe de Investigación se tomó la igual cantidad de ensayos que la muestra.

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

Técnica de recolección de datos

“La Investigación Documental, consiste básicamente, en la selección como también en la recopilación de información mediante la lectura y la realización de la crítica de los documentos y de los materiales bibliográficos, que serán utilizados.”⁶¹

El Informe de Investigación contó con una técnica de análisis Documental, donde se recopiló los resultados de los diversos ensayos que se realizaron en las tesis seleccionadas.

Instrumentos de recolección de datos

El instrumento utilizado para la recolección de datos, fue una ficha de observación **(ANEXO 5)** colocándose los ensayos realizados en ambas tesis, siendo estas el asentamiento y las propiedades mecánicas con las que cuenta el concreto; siendo estas: el ensayo a compresión y el ensayo a flexión.

Validez:

La validez se determinó mediante los instrumentos que se emplearon en las tesis seleccionadas, donde para la obtención de sus determinados resultados, se usaron los laboratorios de dichas instituciones, como también de laboratorios privados.

Confiabilidad:

La confiabilidad de las tesis seleccionadas fue determinada por su validación y aprobación, de las instituciones provenientes, siendo aceptadas y aprobadas, al cumplir con ciertos requisitos para el desarrollo de una investigación.

⁶⁰ (HERNANDEZ, y otros, 2014)

⁶¹ (BAENA, 2017)

3.5 Procedimientos

Para realizar la recolección de datos de las tesis, se tuvo que realizar una búsqueda de tesis que presenten similitud con el tema a tratar en la Investigación, obteniendo dos tesis; debido a que en el año de la realización del informe de investigación (2020) fue azotado por una pandemia denominada – COVID 19, provocando el aislamiento obligatorio en el país, interrumpiendo con las actividades habituales, los lugares concurridos, paralización de las construcciones, entre otras actividades con concurrencia de personas, trayendo consigo algunas actividades virtuales; clases virtuales, trabajos de manera remota.

De las cuales al ser analizadas y verificando el material usado de acuerdo con las teorías, se llegó a determinar que este material (propileno) también son usados para la elaboración del concreto polimérico siendo también un polímero.

Por lo cual se procedió a analizar y verificar, solo los datos que serán necesarios para la elaboración y comparación entre las tesis; de las cuales se seleccionó los resultados de Asentamiento, ensayo de compresión como también los resultados de sus ensayos de flexión.

Obteniendo estos resultados se procedió a realizar las determinadas comparaciones entre ambas tesis.

3.6 Método de Análisis de datos

El método de Análisis de datos fue mediante la selección de antecedentes y tesis, que contengan similitud, con el tema tratado.

Procesamiento de datos:

Para la realización del procesamiento de los datos de las tesis seleccionadas, se utilizaron:

- Excel, programa utilizado para realizar los cálculos, las tablas, las figuras.
- Word, programa utilizado para la redacción de la información obtenida.

3.7 Aspectos Éticos

El Informe de Investigación se realizó de forma respetuosa, mostrando resultados auténticos y legítimos, en la demostración final. Como también, respetando a los autores utilizados para el apoyo de la realización del proyecto citándolos debidamente y correctamente, bajo la norma ISO 690.

IV. RESULTADOS

4.1 Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis

“Reforzamiento del pavimento rígido con el concreto polimérico para la Avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima – 2019”

Acceso a la zona de estudio

El ingreso hacia la zona de estudio fue por las Avenidas: Av. El Sol con la Av. Central del distrito de Villa el Salvador.

Ubicación Política

La zona de estudio se encuentra ubicada en el departamento de Lima, Región Lima, Provincia de Lima, distrito de Villa el Salvador.



Figura 19. Mapa político del Perú



Figura 20. Mapa político de la región Lima

Ubicación del proyecto



Figura 21. Mapa político de la provincia de Lima

Limitaciones del distrito:

Norte: San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo

Sur: Lurín

Este: Villa María del Triunfo

Oeste: Chorrillos y el Océano Pacífico

La zona de estudio se eligió debido a una problemática que presentan los pavimentos rígidos del distrito, siendo estos los deterioros, fisuras, agrietamientos, etc. Dificultando la transitabilidad de los vehículos. Por lo que en la investigación se consideró un reforzamiento para estos pavimentos.

Ubicación Geográfica

Geográficamente el distrito de Villa el Salvador se encuentra ubicado al sur de Lima, entre los Km 15.5 y 25 de la Carretera Panamericana Sur. Donde este distrito llega a ocupar un área de 35.460km². Presentando sus coordenadas geográficas de Latitud 12°12'34", Longitud 76°56'08" y como también una Altitud que se encuentra comprendida desde 0 a 180 msnm.

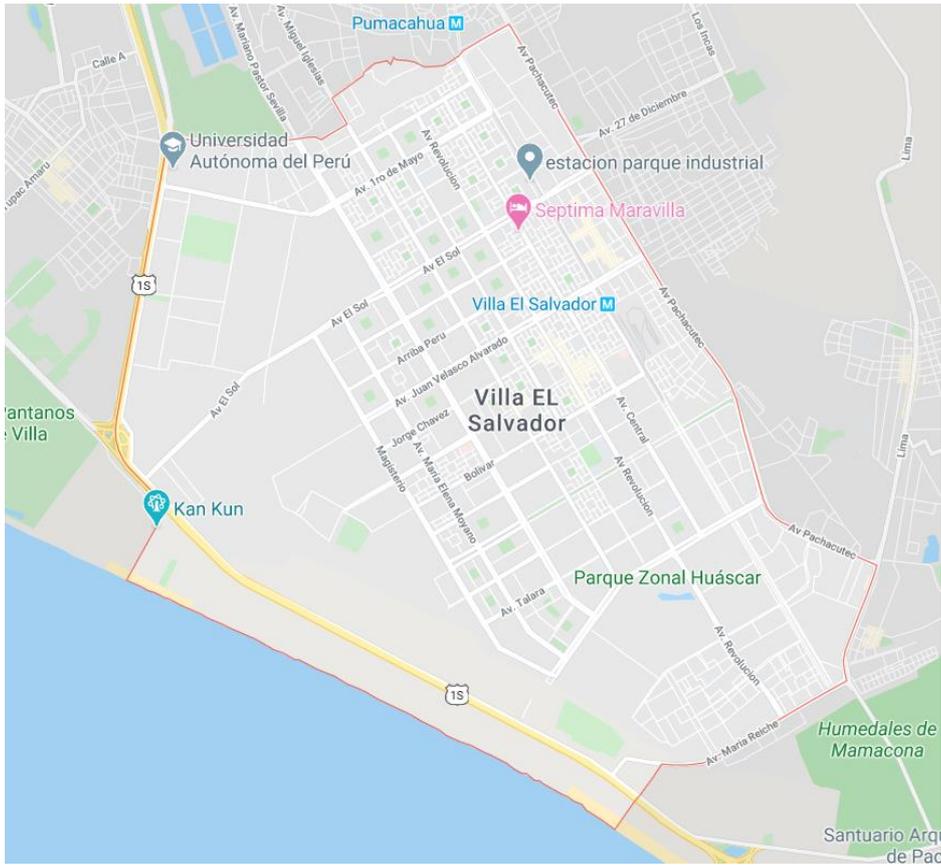


Figura 22. Ubicación del distrito

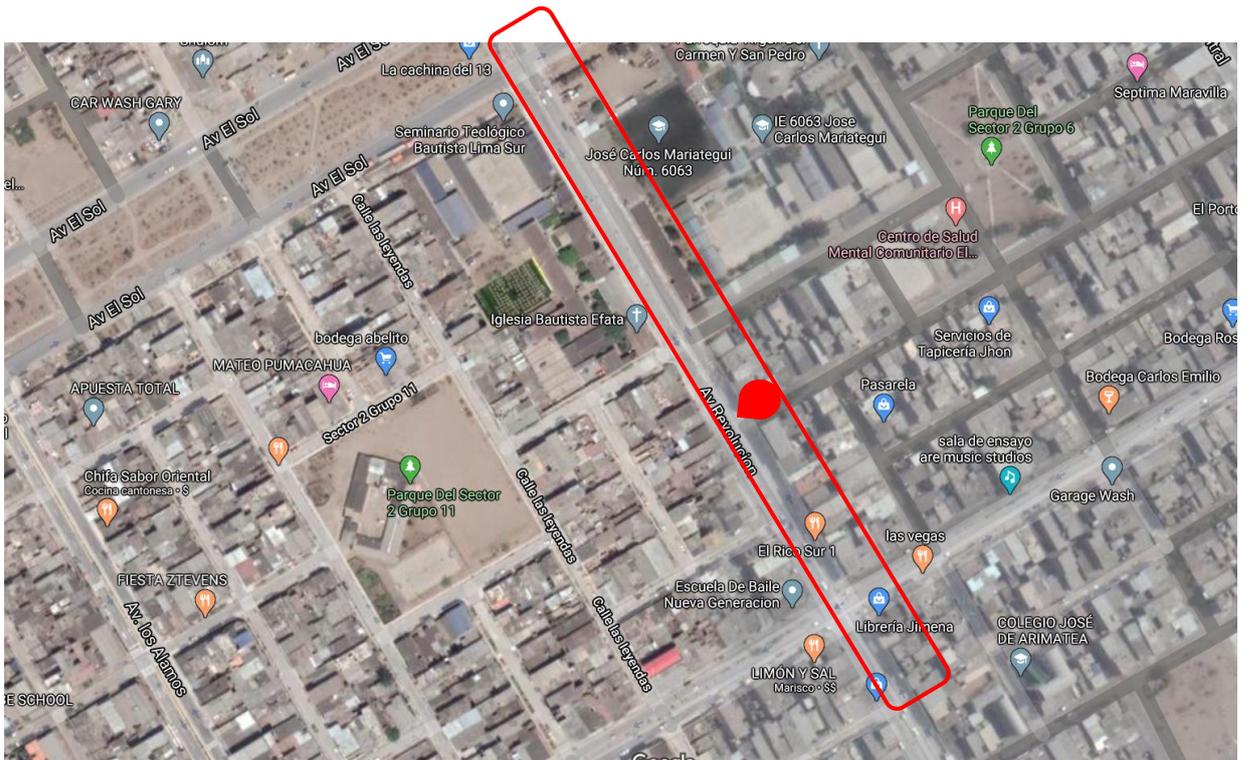


Figura 23. Ubicación de la zona

Vías de acceso

El ingreso hacia la zona de estudio se realizó por las Avenidas Sol con la Avenida Central, encontrándose a pocos kilómetros de la entrada de Villa el Salvador.

El distrito de Villa el Salvador cuenta en su gran mayoría con pistas de pavimentos rígidos, siendo estas el reemplazo de las existentes que eran flexibles y por otras zonas de su reciente construcción.

Clima

El clima de la zona de estudio, siendo esta la de Villa el Salvador, es caracterizado por ser subtropical, significando este distrito ser árido, semi cálido y nuboso en distintas temporadas del año, este distrito de Villa el Salvador presenta una temperatura que varía desde los 15°C hasta los 23°C, siendo estos valores los que presenta en extremos a los meses de julio y febrero. El distrito presenta una humedad relativa que se encuentra comprendida entre los 80 y 100%. Donde también llega a presentar precipitaciones de 25 mm anuales.

4.2 Procesamiento de los Resultados obtenidos

La realización del procesamiento de resultados se obtuvo mediante la búsqueda de dos tesis que contenga similar material, en donde se obtuvo las dos tesis siguientes:

Tabla 5. *Datos generales de la Tesis 1*

TESIS 1	"Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico"
AUTOR	César Hugo Armas Aguilar
UNIVERSIDAD	Señor de Sipán
AÑO	2016
REGIÓN	Lambayeque
FIBRA	Chema Fibra Ultrafina - fibra sintética
CEMENTO	Cemento Portland
TIPO	MS(MH)®- resistencia a los sulfatos- moderado calor de hidratación
NOMBRE	Pacasmayo Anti salitre Fortimax
CANTERA	Tres Tomas - La Victoria
ADITIVO	Chemament 440 - superplastificante - climas calurosos
ENSAYOS	
ASENTAMIENTO	Para la realización del asentamiento, realizó el llenado del cono en tres etapas, cada una con 25 golpes. Con un tiempo de realización de 2 minutos y medio.

COMPRESIÓN	Dimensiones de la probeta cilíndrica			
	Diámetro	4"	Altura	8"
	Número de probetas			
	Días	7 días	14 días	28 días
	Concreto Patrón	3	3	3
	200 gr/m ³	3	3	3
	300 gr/m ³	3	3	3
	400 gr/m ³	3	3	3
	NÚMERO TOTAL DE PROBETAS			36
	RESULTADOS: El promedio para el concreto patrón y para el concreto con la adición de la fibra.			
FLEXIÓN	Dimensiones de la probeta prismática			
	Sección	6" x 6"		
	Longitud	21"		
	Número de probetas			
	Días	28 días		
	Concreto Patrón	3		
	200 gr/m ³	3		
	300 gr/m ³	3		
	400 gr/m ³	3		
	NÚMERO TOTAL DE PROBETAS			12
RESULTADOS: El promedio para el concreto patrón y para el concreto con la adición de la fibra.				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Datos generales de la Tesis 2

TESIS 2	"Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto f'c 210 hg/cm ² "
AUTOR	Guillermo Isidro Perca
UNIVERSIDAD	Universidad Nacional del Altiplano
AÑO	2017
REGIÓN	Puno
FIBRA	Sikafiber PE - fibra sintética de polipropileno modificada
CEMENTO	Cemento Portland
TIPO	IP - Cemento Portland puzolánico
NOMBRE	Rumi
CANTERA	Cutimbo

ENSAYOS				
ASENTAMIENTO	Utilizó un total de 3 muestras para el concreto patrón y un total de 12 muestras, para el concreto con la adición de 600 gr/m3, 1200 gr/m3, 1800 gr/m3 y 2400 gr/m3, de fibras de polipropileno Sikafiber PE. Colocando en sus resultados el promedio de las 3 muestras para cada dosis de fibra.			
	Dimensiones de la probeta cilíndrica			
COMPRESIÓN	Diámetro	6"	Altura	12"
	Número de probetas			
	Días	7 días	14 días	28 días
	Concreto Patrón	4	4	4
	600 gr/m3	4	4	4
	1200 gr/m3	4	4	4
	1800 gr/m3	4	4	4
	2400 gr/m3	4	4	4
	NÚMERO TOTAL DE PROBETAS			60
	RESULTADOS: Los resultados son obtenidos de los análisis estadísticos realizados tanto para el concreto patrón como para el concreto con la adición de la fibra de polipropileno Sikafiber PE, con las respectivas cantidades mencionadas.			
FLEXIÓN	Dimensiones de la probeta prismática			
	Sección	6" x 6"		
	Longitud	20"		
	Número de probetas			
	Días	7 días	14 días	28 días
	Concreto Patrón	3	3	3
	600 gr/m3	3	3	3
	1200 gr/m3	3	3	3
	1800 gr/m3	3	3	3
	2400 gr/m3	3	3	3
	NÚMERO TOTAL DE PROBETAS			45
	Solo se tomó el ensayo realizado a los 28 días			
RESULTADOS: Los resultados son obtenidos de los análisis estadísticos realizados tanto para el concreto patrón como para el concreto con la adición de la fibra de polipropileno Sikafiber PE, con las respectivas cantidades mencionadas.				

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Resultados del concreto patrón e incorporación de la fibra de polipropileno Chema Fibra Ultrafina

Tabla 7. Resumen del análisis de los agregados

Propiedad		Agregado Fino	Agregado Grueso
Humedad natural	%	0.87	0.07
Absorción	%	1.01	0.75
Peso específico	gr/cm ³	2.53	2.7
Peso unitario varillado	gr/cm ³	1.63	1.55
Módulo de fineza		2.92	6.86
Peso unitario suelto	gr/cm ³	1.5	1.4
Tamaño máximo del agregado		-	3/4 pulg.
Tamaño Máximo Nominal		-	1/2 pulg.

Fuente: Armas Aguilar

Diseño de mezcla del concreto realizado

Tabla 8. Diseño de mezcla

	Cantidad		
Cemento	364.43 kg/m ³		
Agregado fino	844.51 kg/m ³		
Agregado grueso	923.72 kg/m ³		
Agua	247.82 lt/m ³		
Fibra de polipropileno	200 gr/m ³	300 gr/m ³	400 gr/m ³

Fuente: Armas Aguilar

Realización del Ensayo en Estado fresco del concreto

Asentamiento

Tabla 9. Resultados del Slump del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina

	Slump (pulg.)	%	% Variación
Concreto patrón	3.8	100	0
200 gr/m ³	2.91	76.57	23.43
300 gr/m ³	2.17	57.11	42.89
400 gr/m ³	1.77	46.58	53.42

Fuente: Armas Aguilar

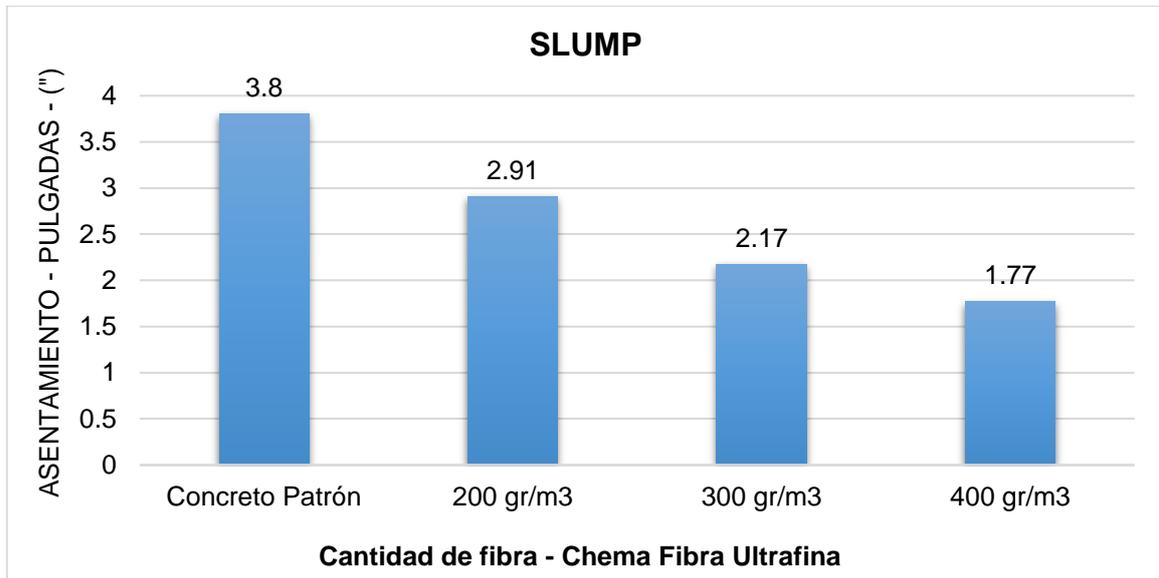


Figura 24. Asentamiento del concreto patrón y adición de la fibra Chema Fibra Ultrafina

De la Tabla 9 y la Figura 24, se observó que el Asentamiento del concreto patrón de 210 kg/cm² obtuvo un Slump de 3.8", donde después de ir agregando la fibra de polipropileno Chema Fibra Ultrafina con cantidad de 200 gr/cm³, 300 gr/m³ y 400 gr/m³, se obtuvo como resultados del Slump de 2.91", 2.17" y 1.77" respectivamente. Presentando también un porcentaje de reducción del Slump con respecto al concreto patrón de un 23.43%, 42.89% y en un 53.42%, conforme se fueron agregando las cantidades de la fibra de 200, 300 y 400 gr/m³.

Realización de los ensayos en Estado Endurecido del Concreto

Ensayo de Compresión

Tabla 10. Resultados del Ensayo de Compresión del concreto convencional e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina

Muestra	7 días	14 días	28 días	% - 28 días
Concreto patrón	150	180	209.95	100
200 gr/m ³	153.98	184.7	211.75	100.86
300 gr/m ³	154.15	185.2	215.68	102.73
400 gr/m ³	156.1	188.75	216.31	103.03

Fuente: Armas Aguilar

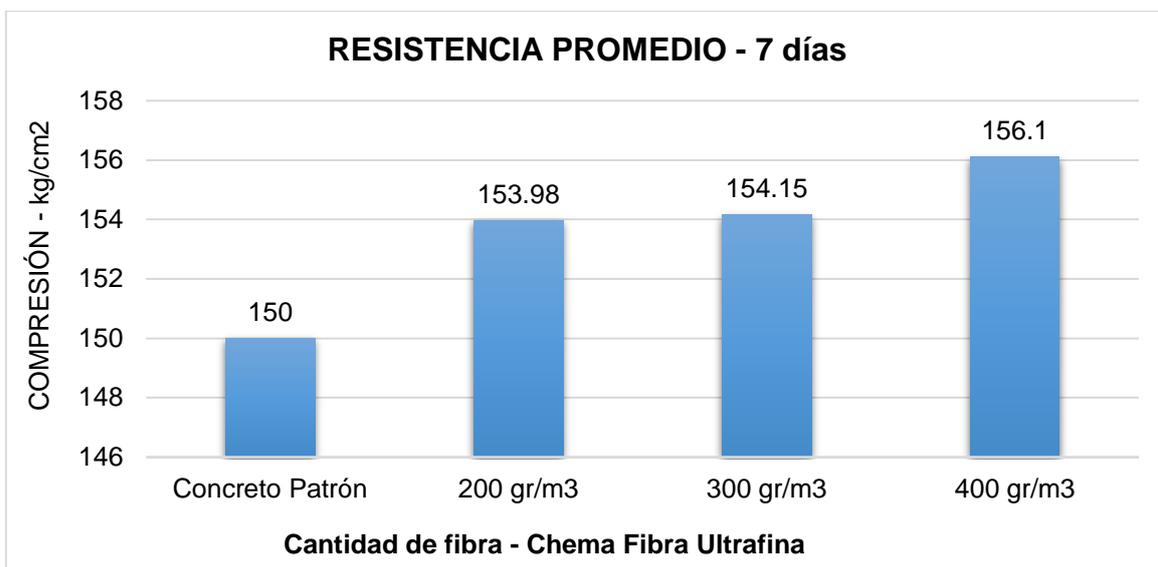


Figura 25. Compresión promedio a los 7 días del concreto convencional e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina

De la Figura 25, se observó que para los resultados aproximados del promedio de los 7 días presentan un incremento con respecto al concreto patrón de 150 k/cm², donde después de ir agregando la cantidad de 200, 300 y 400 gr/m³, presentan un incremento a la resistencia de 153.98 kg/cm², 154.15 kg/cm² y una resistencia de 156.1 kg/cm² respectivamente.

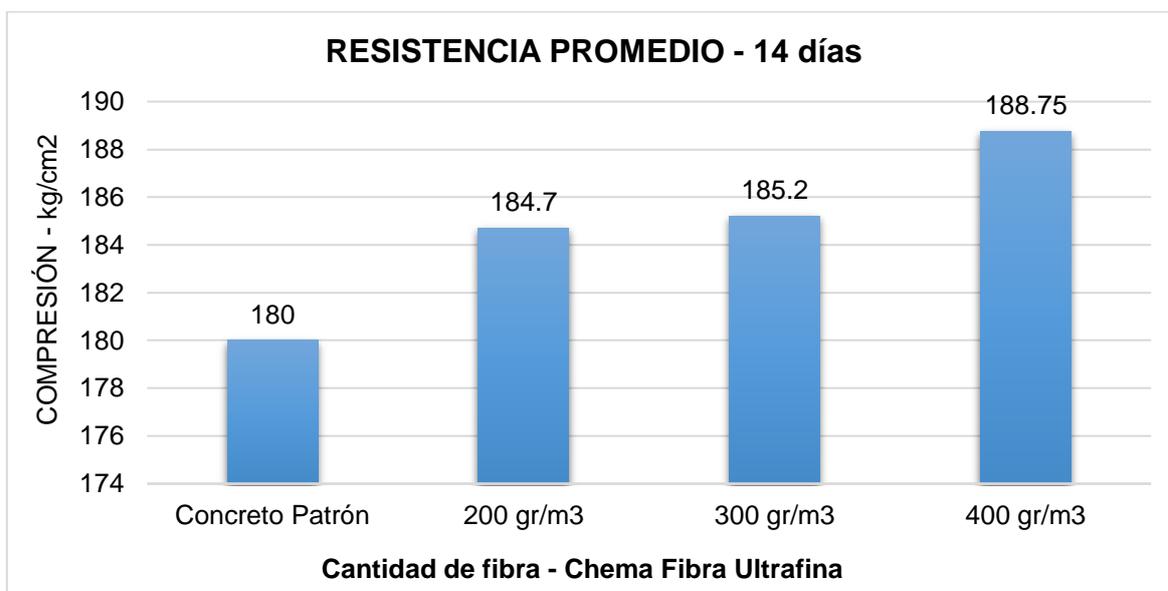


Figura 26. Compresión promedio a los 14 días del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina

De la Figura 26, se observó que para los resultados aproximados a los 14 días muestran un incremento del concreto patrón con 180 kg/cm² de resistencia, donde después de ir de ir agregando la cantidad de 200, 300 y 400 gr/m³ de fibra de polipropileno, obtuvieron una resistencia de 184.7 kg/cm², 185.2 kg/cm² y una resistencia de 188.75 kg/cm² respectivamente de la cantidad de fibra agregada.

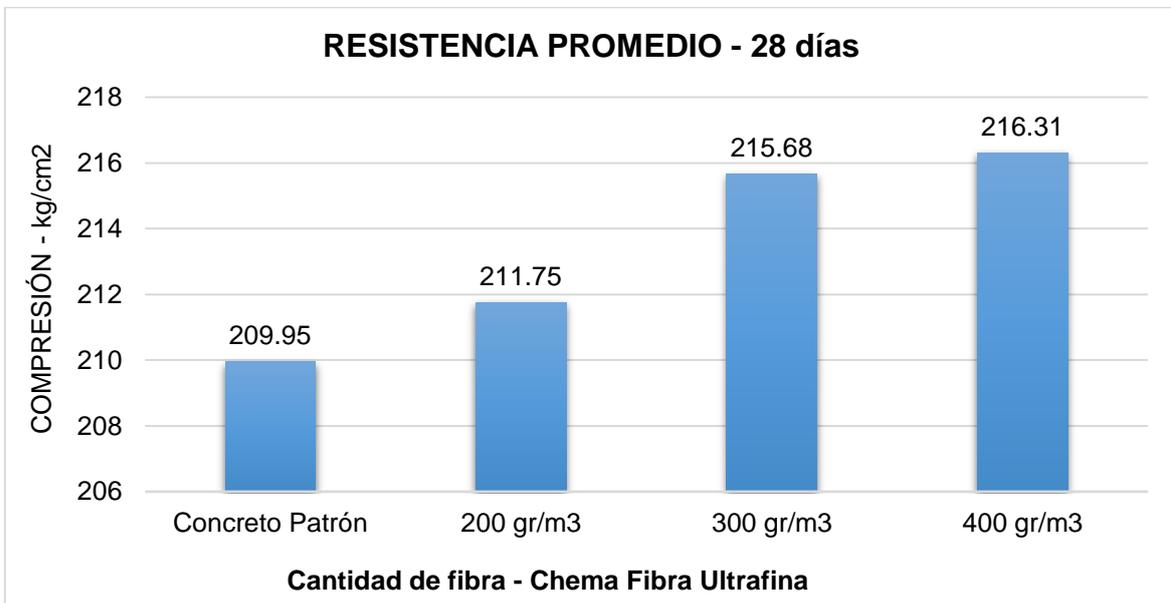


Figura 27. Compresión promedio a los 28 días del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina

De la Tabla 10 y Figura 27, se observó que, para los resultados obtenidos del promedio a los 28 días, indican un incremento de resistencia con respecto al concreto patrón de 209.95 kg/cm², donde después de irse agregando la cantidad de 200, 300 y 400 gr/m³ fibra de polipropileno muestra resistencias de 211.75 kg/cm², 215.68 kg/cm² y una resistencia de 216.31 kg/cm² respectivamente. Mostrando un incremento con respecto al concreto patrón de 210 kg/cm² de 0.86%, 2.73% y un incremento del 3.03%, adicionándose 200, 300 y 400 gr/m³ dosis de fibra de polipropileno respectivamente.

Ensayo de Flexión

Tabla 11. Resultados del Ensayo de Flexión del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema fibra ultrafina

Muestra	Módulo de rotura	%	% Variación
Concreto Patrón	41.66	100	0
200 gr/m ³	43.43	104.25	4.25
300 gr/m ³	45.9	110.17	10.17
400 gr/m ³	47.53	114.10	14.10

Fuente: Armas Aguilar

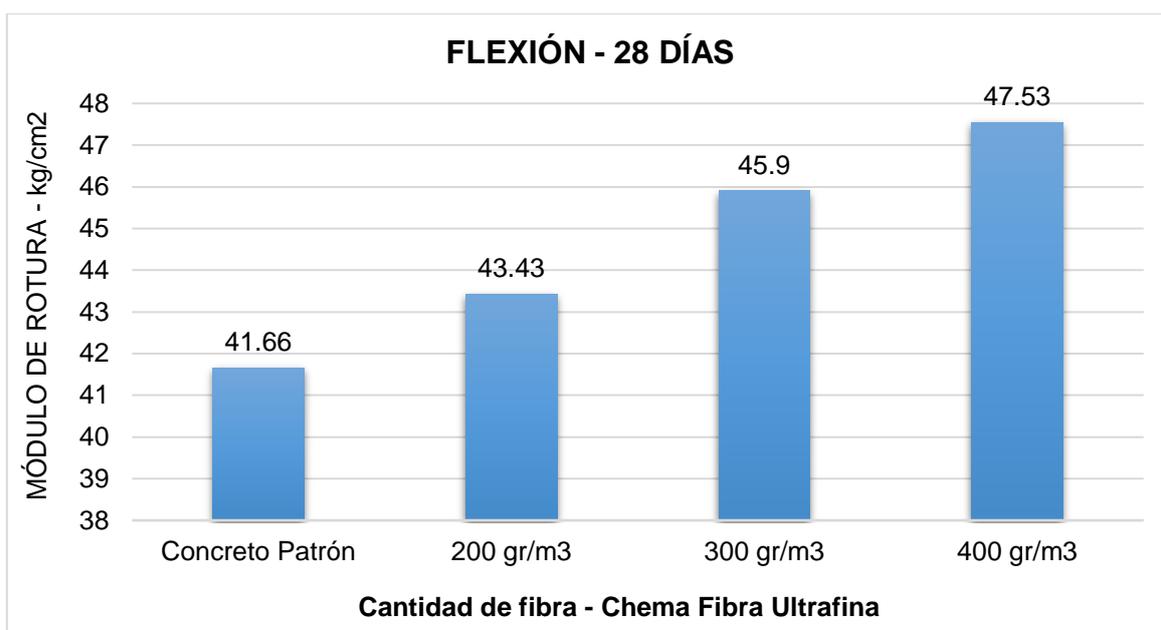


Figura 28. Ensayo de Flexión a los 28 días del concreto patrón e incorporación de la fibra Chema fibra ultrafina

De la Tabla 11 y Figura 28, se observó que la resistencia a la flexión a los 28 días con respecto al concreto patrón fue de 41.66 kg/cm², mientras que después de irse agregando la cantidad de 200, 300 y 400gr/m³; se obtuvo resistencias de 43.43 kg/cm², 45.90 kg/cm² y una resistencia de 47.53 kg/cm², con la adición de la fibra respectivamente. También se llegó a observar un incremento con respecto al concreto patrón de un 4.25%, 10.17% y un incremento de 14.10%, con dosis de 200, 300 y 400 gr/m³ de fibra de polipropileno respectivamente.

4.2.2 Resultados del concreto patrón e incorporación de la fibra de polipropileno Sikafiber PE

Tabla 12. Resumen del análisis de los agregados

Propiedad		Agregado Fino	Agregado Grueso
Humedad natural	%	1.09	0.83
Absorción	%	4.2	3.39
Peso específico	gr/cm ³	2.61	2.49
Peso unitario varillado	gr/cm ³	1.585	1.599
Peso unitario Suelto	gr/cm ³	1.484	1.475
Módulo de fineza		3.27	6.89
Tamaño máximo del agregado		Nro 4	1 1/2 pulg
Tamaño Máximo Nominal		-	1 pulg

Fuente: Guillermo Isidro

Diseño de mezcla del concreto realizado

Tabla 13. Diseño de mezcla

	Cantidad			
Cemento	386.00 kg/m ³			
Agregado fino	672.80 kg/m ³			
Agregado grueso	1024.35 kg/m ³			
Agua	239.71 lt/m ³			
Fibra de polipropileno	0.6 kg/m ³	1.2 kg/m ³	1.8 kg/m ³	2.4 kg/m ³
	600 gr/m ³	1200 gr/m ³	1800 gr/m ³	2400 gr/m ³

Fuente: Guillermo Isidro

Realización del Ensayo en Estado fresco del concreto

Asentamiento

Tabla 14. Resultados del Slump del concreto patrón e incorporación de la fibra Sikafiber PE

	Slump (pulg)	%	% Variación
Concreto patrón	3.67	100	0
600 gr/m ³	2.75	74.93	25.07
1200 gr/m ³	1.99	54.22	45.78
1800 gr/m ³	1.40	38.15	61.85
2400 gr/m ³	0.65	17.71	82.29

Fuente: Guillermo Isidro

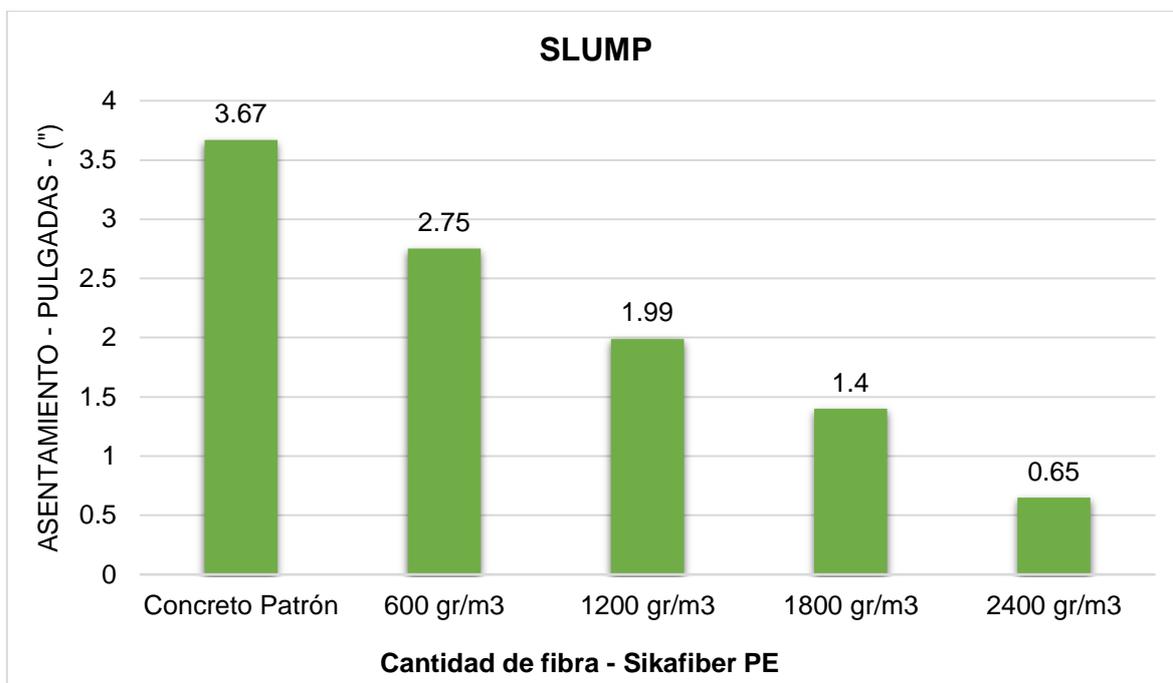


Figura 29. Asentamiento del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE

De la Tabla 14 y Figura 29, se pudo observar que el Slump obtenido para el concreto patrón fue de 3.67", mientras que, al irse incorporando cantidades de 600, 1200, 1800 y 2400 gr/m³ de fibra de polipropileno, mostraron un Slump de 2.75", 1.99", 1.40" y 0.65" respectivamente. De donde estos Slump, llegaron a mostrar una disminución del 25.07%, 45.78%, 61.85% y una disminución del 82.29%, con respecto al concreto patrón de 210 kg/cm².

Realización de los ensayos en Estado Endurecido del Concreto

Ensayo de Compresión

Tabla 15. Resultados del Ensayo de Compresión del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE

Muestra	7 días	14 días	28 días	% a 28 días
Concreto Patrón	145.04	170.87	217.43	100
600 gr/m ³	138.28	193.92	195.89	90.09
1200 gr/m ³	152.05	195.59	192.41	88.49
1800 gr/m ³	159.99	181.31	190.75	87.73
2400 gr/m ³	164.36	190.18	205.53	94.53

Fuente: Guillermo Isidro

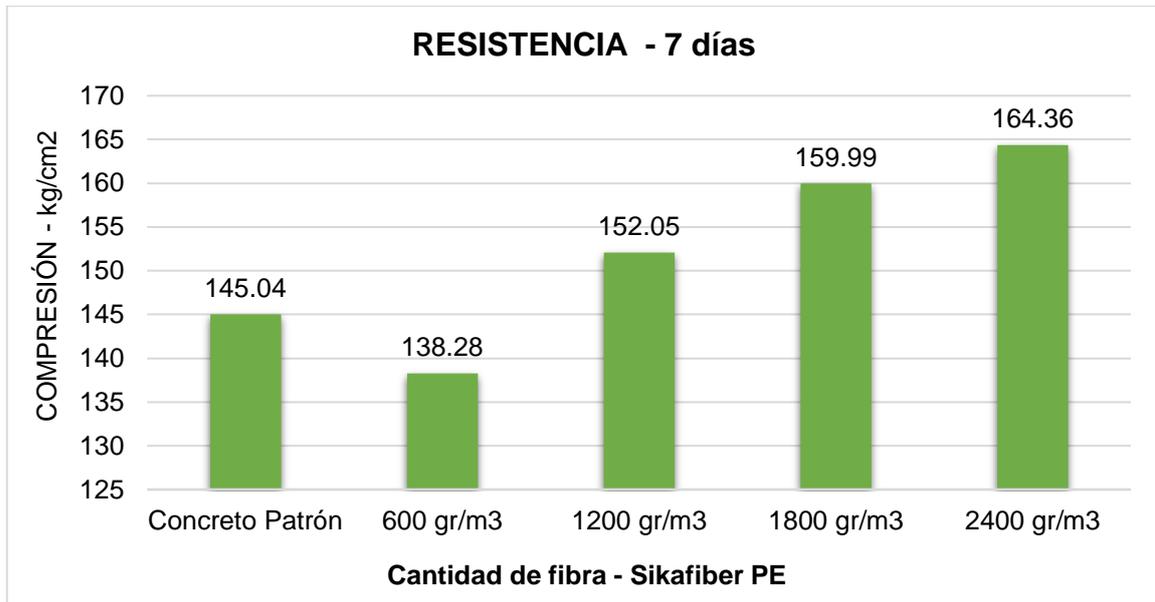


Figura 30. Compresión a los 7 días del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE

De la Figura 30, se llegó a observar que los resultados de los 7 días presentan una variación con respecto al concreto patrón de 145.04 k/cm², donde al irse agregando cantidades de fibra Sikafiber PE de 600, 1200, 1800 y 2400 gr/m³, presentan una resistencia de 138.28 kg/cm², 152.05 kg/cm², 159.99 kg/cm² y una resistencia de 164.36 kg/cm² respectivamente.

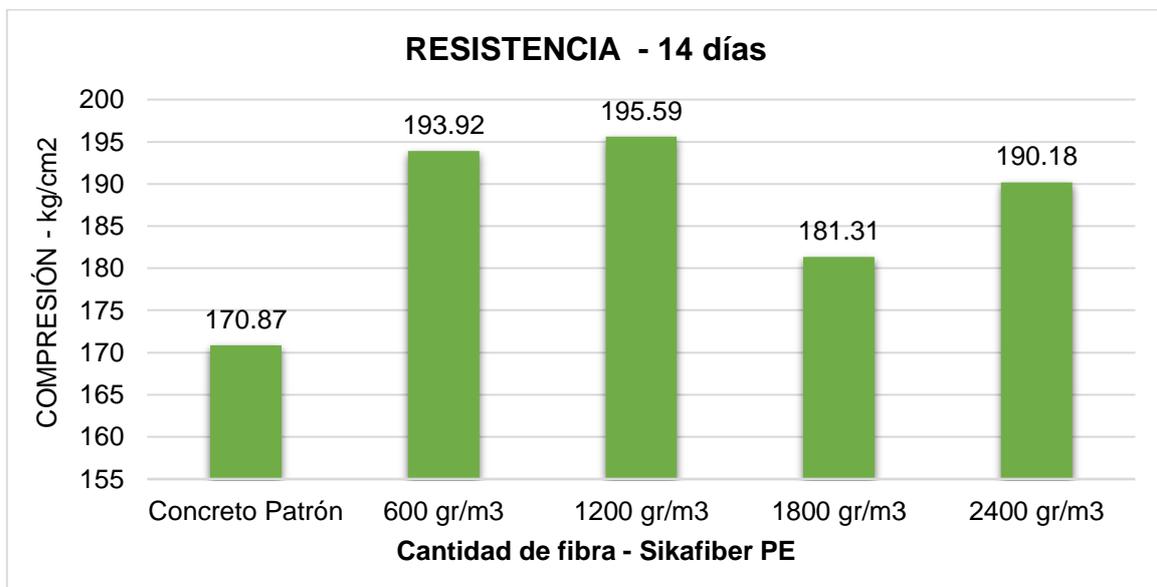


Figura 31. Compresión a los 14 días del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE

De la Figura 31, se observó que los resultados a los 14 días muestran una variación con respecto al concreto patrón con 170.87 kg/cm² de resistencia, donde al irse agregando cantidades de fibra de Sikafiber PE de 600, 1200, 1800 y 2400 gr/m³, obtuvieron una resistencia de 193.92 kg/cm², 195.59 kg/cm², 181.31 kg/cm² y una resistencia de 190.18 kg/cm² respectivamente.

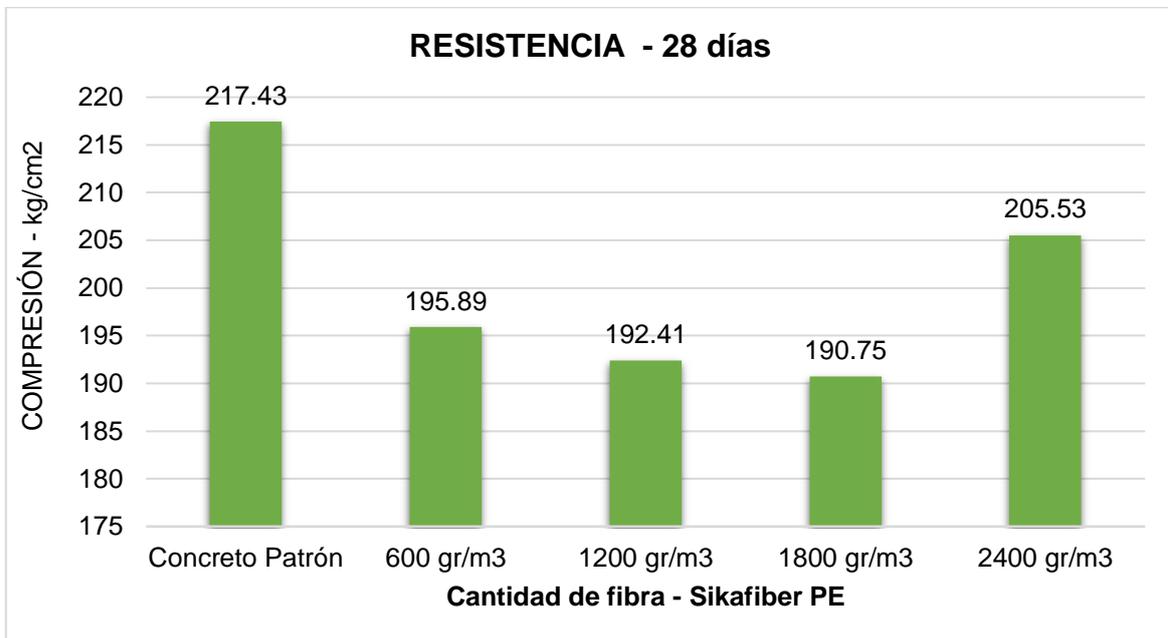


Figura 32. Compresión a los 28 días del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE

De la Tabla 15 y Figura 32, Los resultados a los 28 días, indican una variación de resistencia con respecto al concreto patrón de 217.43 kg/cm², donde al irse agregando cantidades de fibra de Sikafiber PE de 600, 1200, 1800 y 2400 gr/m³ muestran resistencias de 195.89 kg/cm², 192.41 kg/cm², 190.75 kg/cm² y una resistencia de 205.53 kg/cm² respectivamente. De donde se puede observar también una disminución del 9.91%, 11.51%, 12.27% y una disminución del 5.47% conforme se fueron agregando las cantidades de fibra respectivamente.

Ensayo de Flexión

Tabla 16. Resultados del Ensayo de Flexión del concreto patrón y adición de fibra Sikafiber PE

Muestra	Módulo de rotura	%	% Variación
Patrón	32.24	100	0
600 gr/m ³	33.89	105.12	5.12
1200 gr/m ³	35.06	108.75	8.75
1800 gr/m ³	37.64	116.75	16.75
2400 gr/m ³	35.61	110.45	10.45

Fuente: Guillermo Isidro

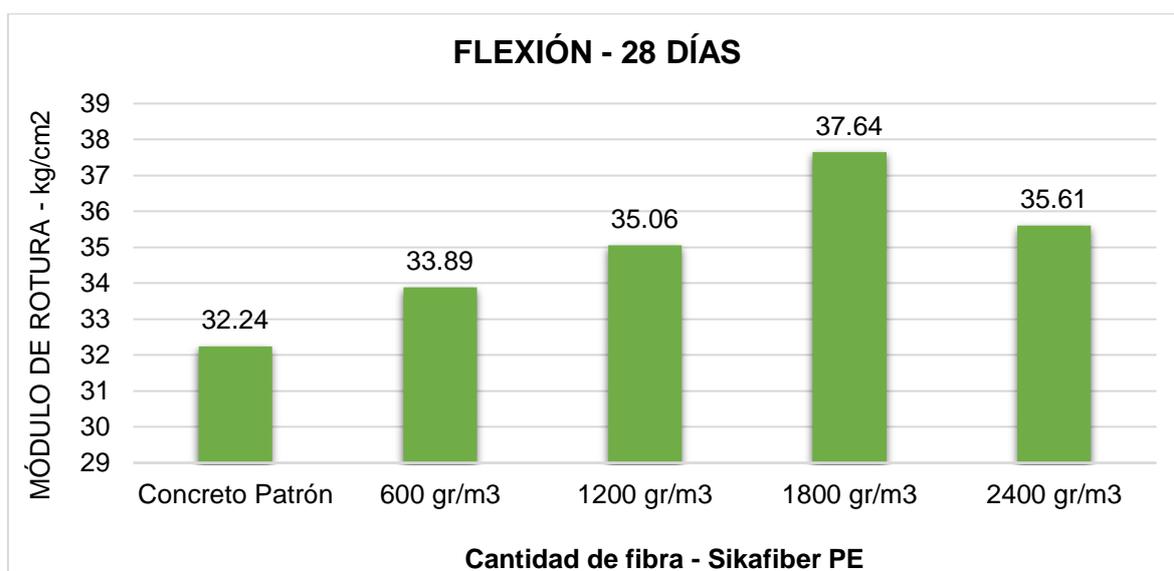


Figura 33. Ensayo de flexión a los 28 días del concreto patrón y adición de la fibra Sikafiber PE

De la Tabla 16 y la Figura 33, se obtuvo una resistencia a la flexión a los 28 días con respecto al concreto patrón de 32.24 kg/cm², mientras que, al irse agregando cantidades de fibra de 600, 1200, 1800 y 2400gr/m³; se obtuvo resistencias de 33.89 kg/cm², 35.06 kg/cm, 37.64 kg/cm² y una resistencia de 35.61 kg/cm² respectivamente. Por lo otro lado también determinó un incremento de la resistencia a flexión al ser añadida fibras de polipropileno, presentado un incremento de 5.12%, 8.75%, 16.75% y un incremento de 10.45%, con dosis de 600 gr/cm³, 1200 gr/cm³, 1800 gr/cm³ y una dosis de 2400 gr/cm³ respectivamente.

4.2.3 Comparación de resultados entre las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE

Asentamiento

Tabla 17. Resultados del Asentamiento del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE

	Asentamiento		% - Porcentaje	
	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE
Concreto Patrón	3.8"	3.67"	100	100
200 gr/m ³	2.91"		76.57	
300 gr/m ³	2.17"		57.11	
400 gr/m ³	1.77"		46.58	
600 gr/m ³		2.75"		74.93
1200 gr/m ³		1.99"		54.22
1800 gr/m ³		1.4"		38.15
2400 gr/m ³		0.65"		17.71

Fuente: Elaboración propia

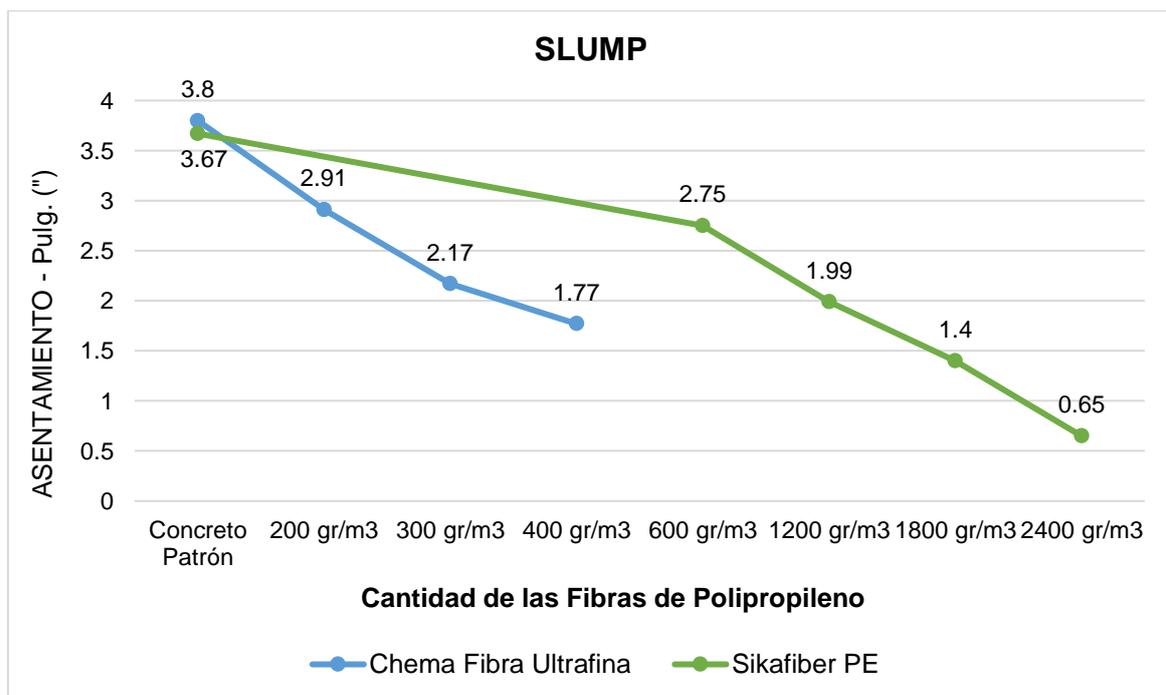


Figura 34. Asentamiento del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

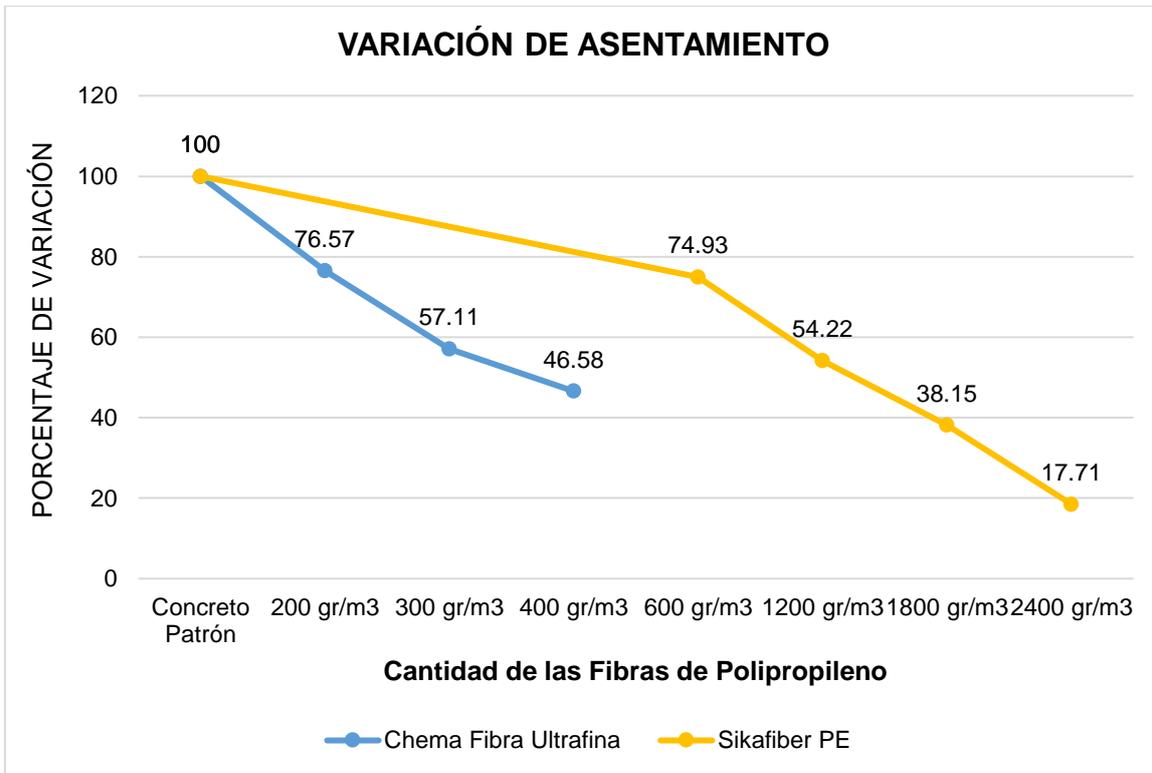


Figura 35. Variación del Asentamiento del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

En la Figura 34 y en la Figura 35, se observó la disminución del asentamiento según se va incrementando la dosis de las fibras de polipropileno, en donde para la fibra de polipropileno Chema fibra Ultrafina presenta un asentamiento de 1.77” al ser agregado con una cantidad de 400 gr/m³ al concreto representando un 46.58% y un asentamiento de 0.65” con la fibra de polipropileno Sikafiber PE al ser agregado una cantidad de 2400 gr/m³ al concreto que viene siendo un 17.71%. De donde se llega a deducir que, al irse aumentando la cantidad de fibra de polipropileno al concreto, este va perdiendo el asentamiento con el que fue diseñado representando una disminución de 53.42% y una reducción del 82.29% con respecto de las fibras de polipropileno respectivamente; de donde se llegó a determinar una variación entre ambos asentamientos del 28.87%

Ensayo de Compresión

Tabla 18. Resultados de la Resistencia a Compresión a los 7 días del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE

Resistencia a los 7 días con adición de las fibras			% - Porcentaje	
	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE
Concreto Patrón	150	145.04	100	100
200 gr/m3	153.98		102.65	
300 gr/m3	154.15		102.77	
400 gr/m3	156.1		104.07	
600 gr/m3		138.28		95.34
1200 gr/m3		152.05		104.83
1800 gr/m3		159.99		110.31
2400 gr/m3		164.36		113.32

Fuente: Elaboración propia

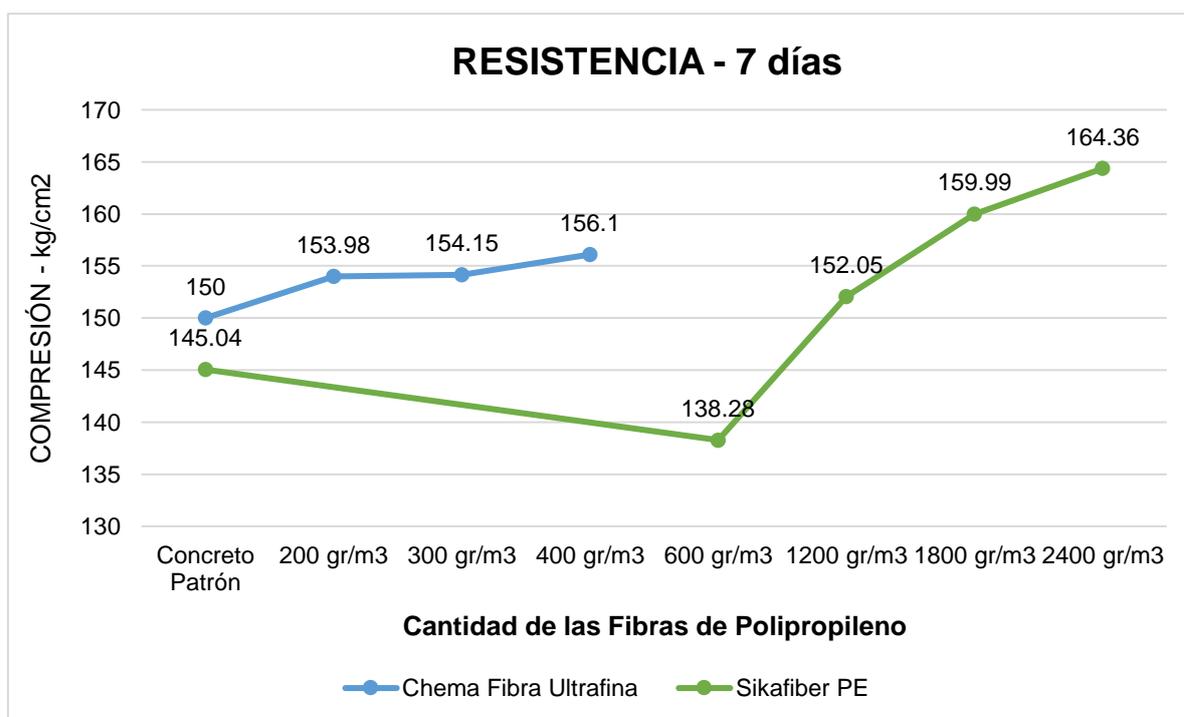


Figura 36. Resistencias del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

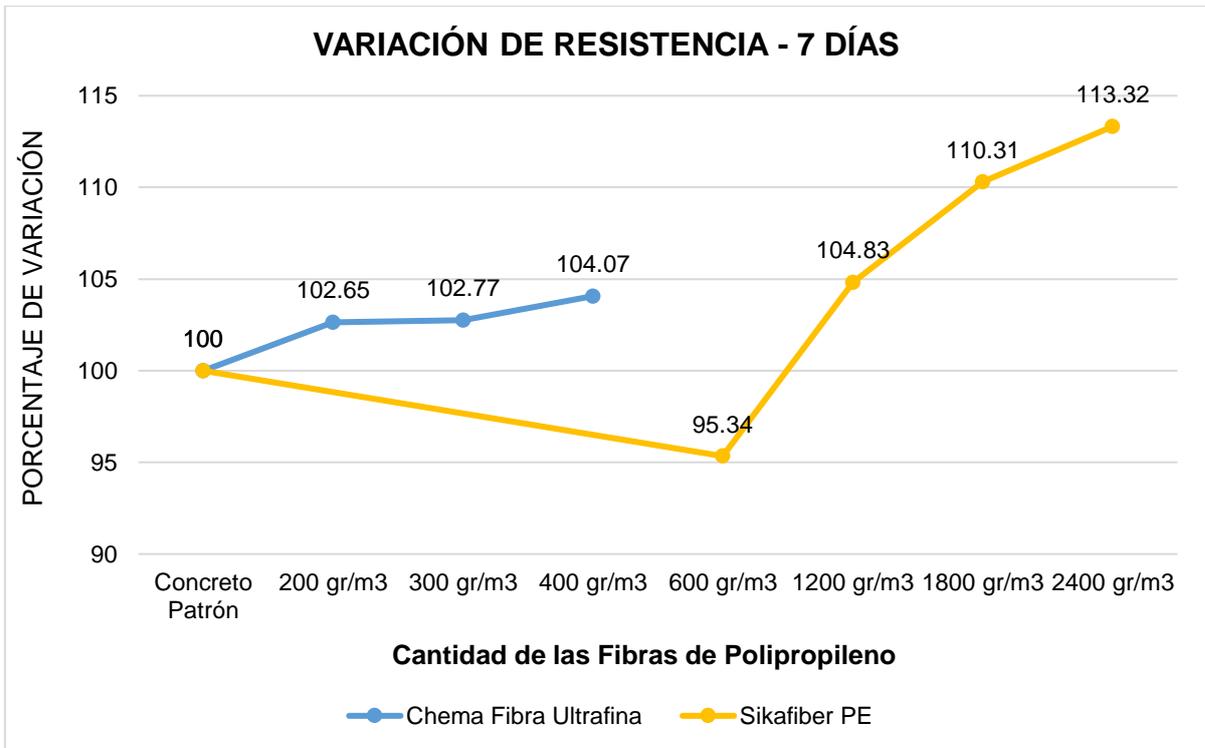


Figura 37. Variación de la Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

En la Figura 36 y en la Figura 37, se observó el aumento de la resistencia a los 7 días del concreto patrón conforme se fueron agregando las fibras de polipropileno y el aumento de la resistencia entre ambas fibras; donde para la fibra Chema Fibra Ultrafina llega a presentar una resistencia máxima de 156.1 kg/cm² representando un 104.07% al agregarse una cantidad de 400 gr/m³ mostrando un aumento de 4.07% con respecto a su concreto patrón y para la fibra Sikafiber PE presenta una resistencia máxima de 164.36 kg/cm² representando un 113.32% al agregarse una cantidad de 2400 gr/m³ llegando a mostrar un aumento de 13.32% con respecto a su concreto patrón. En donde el incremento de la resistencia a los 7 días en comparación entre ambas fibras de polipropileno es de un 9.25%.

Tabla 19. Resultados de la Resistencia a Compresión a los 14 días del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE

Resistencia a los 14 días con adición de las fibras			% - Porcentaje	
	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE
Concreto Patrón	180	170.87	100	100
200 gr/m3	184.7		102.61	
300 gr/m3	185.2		102.89	
400 gr/m3	188.75		104.86	
600 gr/m3		193.92		113.49
1200 gr/m3		195.59		114.47
1800 gr/m3		181.31		106.11
2400 gr/m3		190.18		111.30

Fuente: Elaboración propia

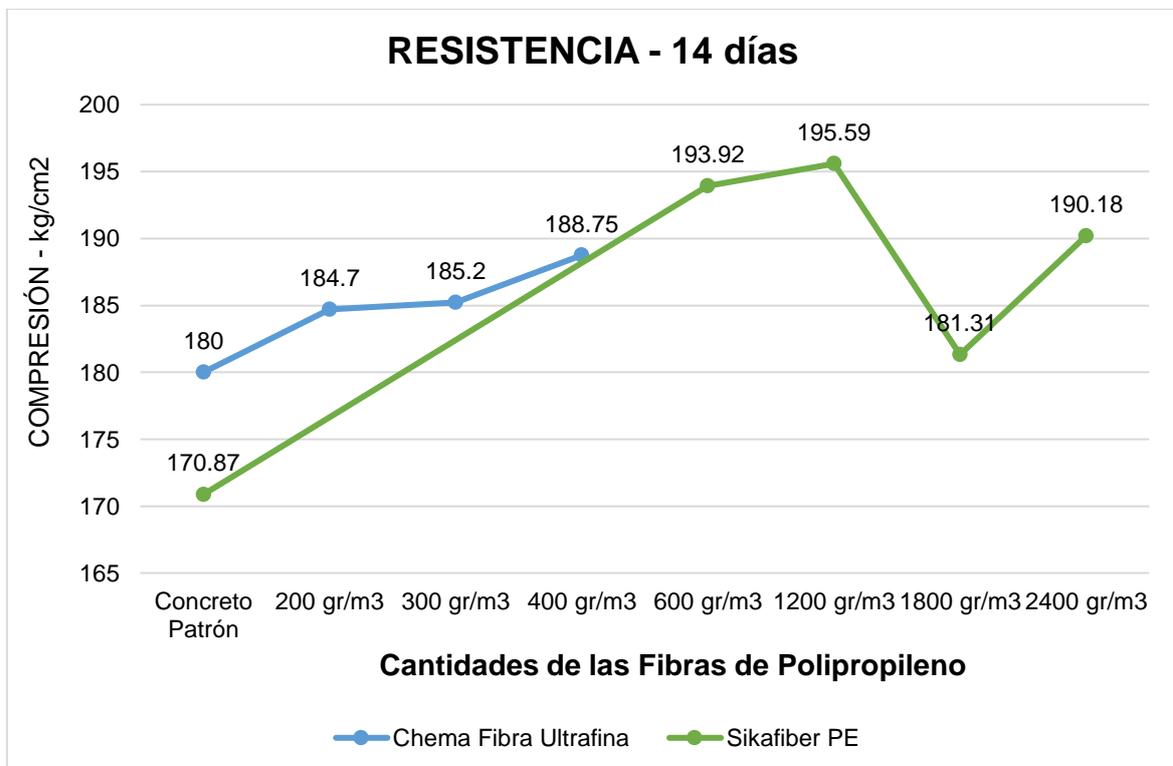


Figura 38. Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

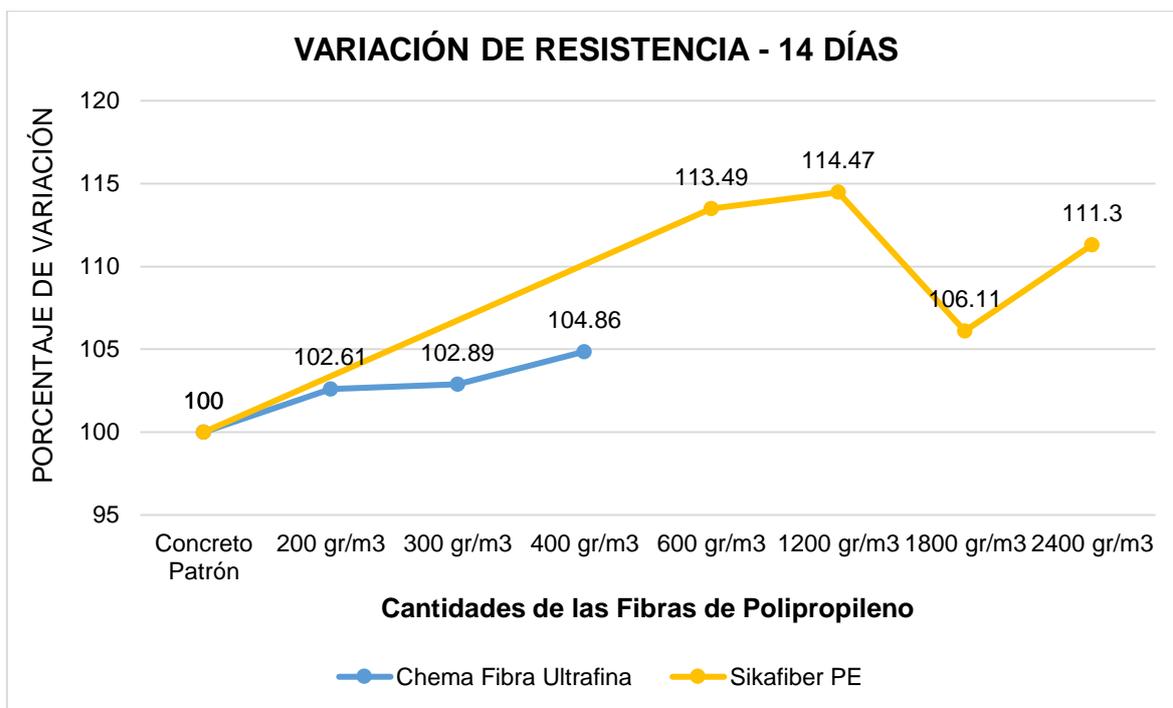


Figura 39. Variación de la Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

En la Figura 38 y en la Figura 39, se observó el aumento de la resistencia a los 14 días del concreto patrón con la adición de las fibras de polipropileno y el aumento de resistencia entre ambas fibras; en donde para la fibra Chema Fibra Ultrafina llega a presentar una resistencia máxima de 188.75 kg/cm² representando un 104.86% al agregarse una cantidad de 400 gr/m³ llegando a mostrar un aumento de 4.86% con respecto a su concreto patrón; mientras que para la fibra Sikafiber PE presenta una resistencia máxima de 195.59 kg/cm² representando un 114.47% al agregarse una cantidad de 1200 gr/m³ llegando a mostrar un aumento de 14.47% con respecto a su concreto patrón, sin embargo con la misma fibra Sikafiber PE al agregarse la cantidad de 1800 gr/m³ presenta una resistencia mínima de 181.31 kg/cm² llegando a mostrar una disminución del 8.36% con respecto a la cantidad anterior (1200 gr/m³). En donde el incremento de la resistencia a los 14 días en comparación entre ambas fibras de polipropileno es de un 9.61% al irse agregando mayor cantidad de fibra de polipropileno.

Tabla 20. Resultados de la Resistencia a Compresión a los 28 días del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE

Resistencia a los 28 días con adición de las fibras			% - Porcentaje	
	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE
Concreto Patrón	209.95	217.43	100	100
200 gr/m3	211.75		100.86	
300 gr/m3	215.68		102.73	
400 gr/m3	216.31		103.03	
600 gr/m3		195.89		90.09
1200 gr/m3		192.41		88.49
1800 gr/m3		190.75		87.73
2400 gr/m3		205.53		94.53

Fuente: Elaboración propia

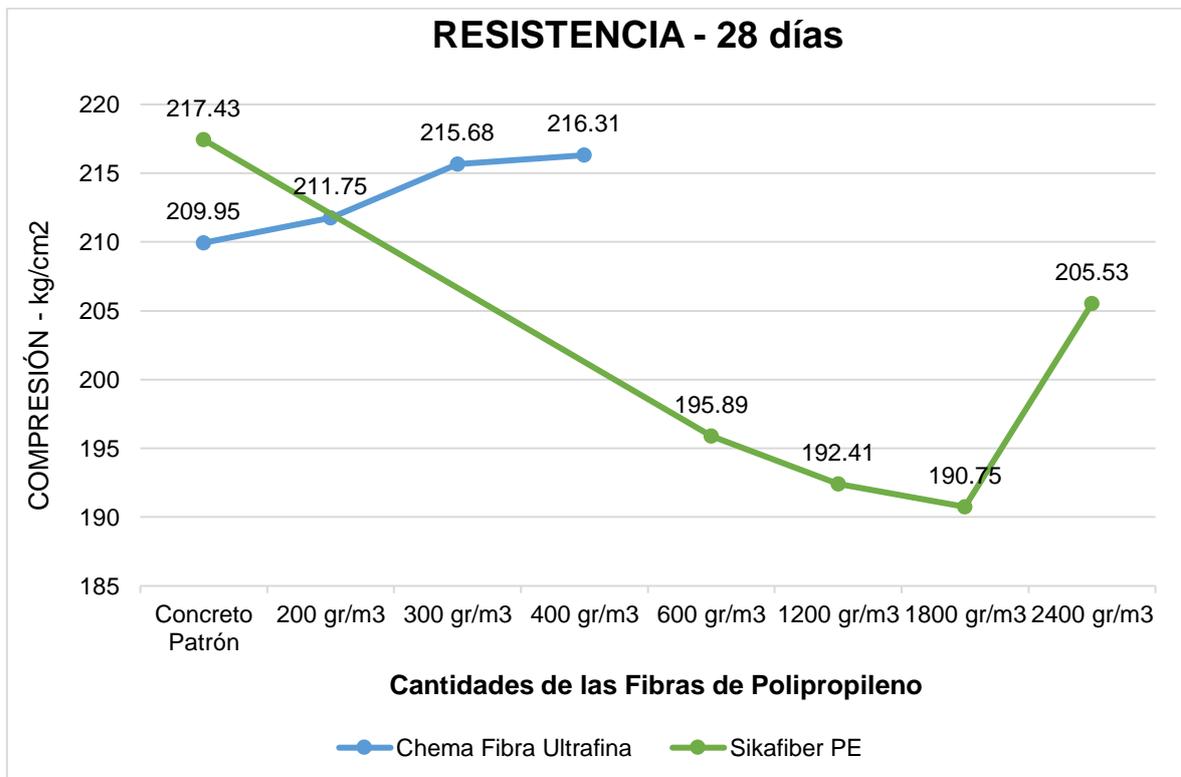


Figura 40. Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

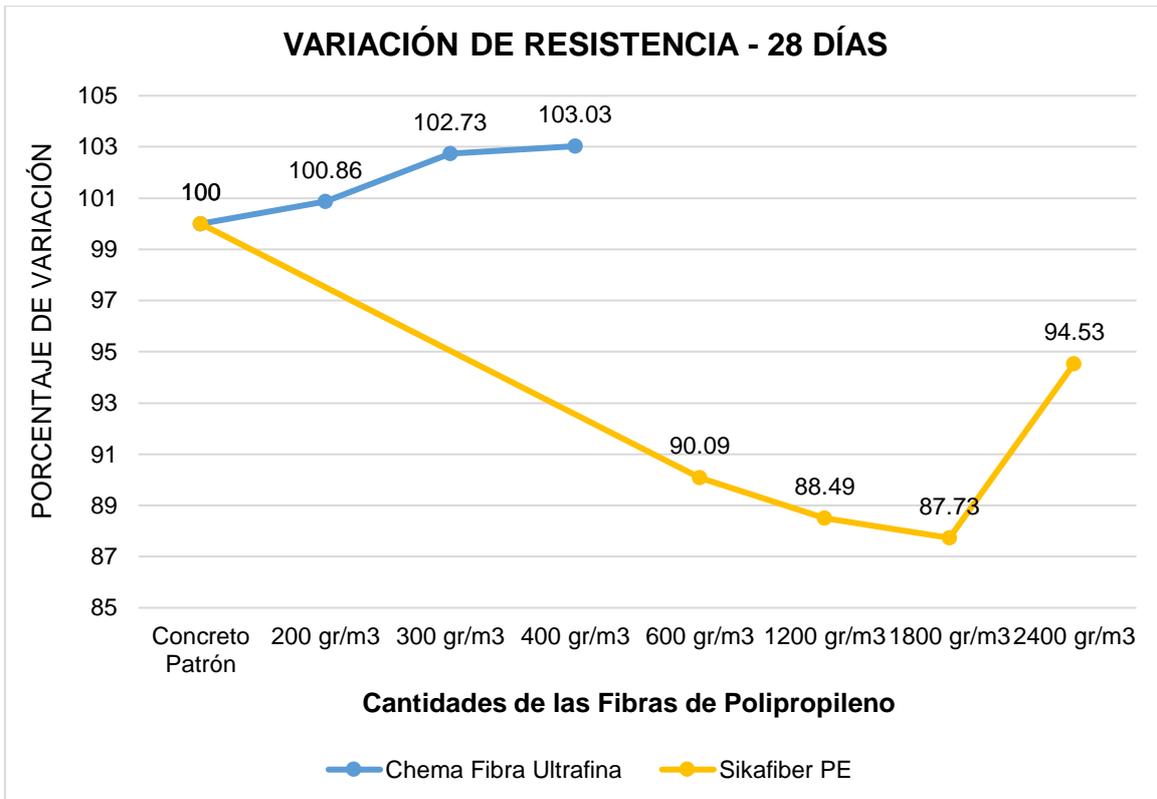


Figura 41. Variación de la Resistencia del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

En la Figura 40 y en la Figura 41, se observó un aumento de la resistencia a los 28 días del concreto patrón con la adición de la fibra de polipropileno Chema Fibra Ultrafina llegando a presentar una resistencia máxima de 216.31 kg/cm² representando un 103.03% al agregarse una cantidad de 400 gr/m³ contando con un aumento de 3.03% con respecto a su concreto patrón que fue diseñado, sin embargo para la fibra de polipropileno Sikafiber PE presenta una resistencia mínima de 190.75 kg/cm² representando un 87.73% al agregarse una cantidad de 1800 gr/m³ lo cual esta resistencia presenta una disminución del 12.27% con respecto a su concreto patrón, ya que al agregarse una cantidad de 2400 gr/m³ su resistencia llega a 205.53 kg/cm², presentando una disminución de 5.47% con respecto a su concreto patrón. Por lo que al comparar ambas fibras de polipropileno se muestra una disminución a la resistencia a los 28 días del 15.30% al irse agregando mayor cantidad de fibras de polipropileno.

Ensayo de Flexión

Tabla 21. Resultados de la Resistencia a Flexión a los 28 días del concreto con la adición de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber PE

Módulo de Rotura a los 28 días			% - Porcentaje	
	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE	Chema Fibra Ultrafina	Sikafiber PE
Concreto Patrón	41.66	32.24	100	100
200 gr/m3	43.43		104.25	
300 gr/m3	45.9		110.17	
400 gr/m3	47.53		114.10	
600 gr/m3		33.89		105.12
1200 gr/m3		35.06		108.75
1800 gr/m3		37.64		116.75
2400 gr/m3		35.61		110.45

Fuente: Elaboración propia

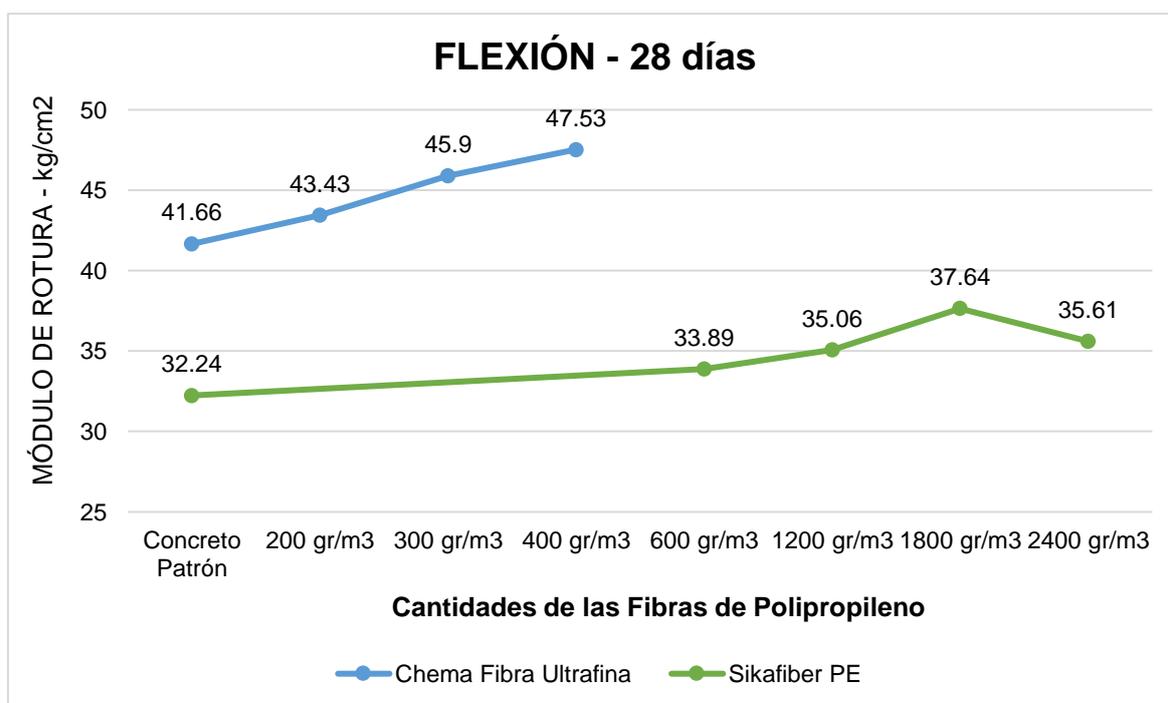


Figura 42. Resistencia a flexión del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

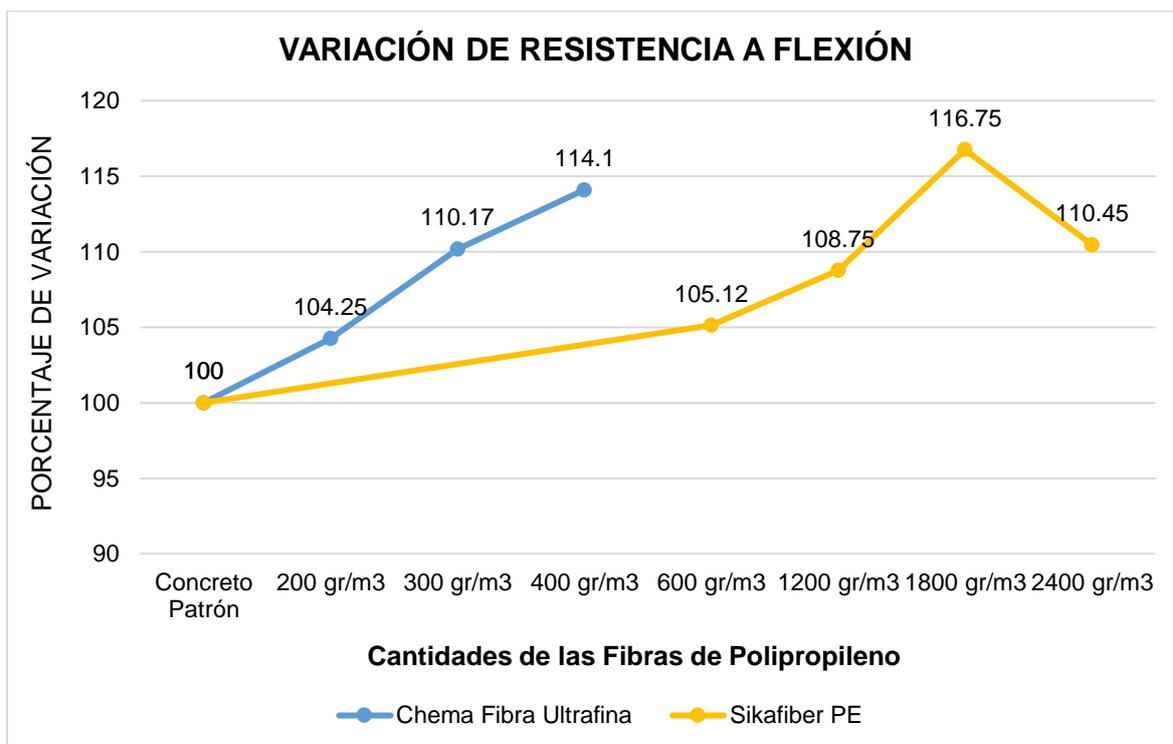


Figura 43. Variación de la Resistencia a Flexión del concreto patrón y adición de las fibras de polipropileno

En la Figura 42 y en la Figura 43, se pudo observar el aumento de la resistencia a flexión a los 28 días del concreto patrón con la adición de las fibras de polipropileno; en donde para para la fibra Chema Fibra Ultrafina llegó a presentar un módulo de rotura máximo de 47.53 kg/cm² representando un 114.1% al agregarse una cantidad de 400 gr/m³ contando con un aumento máximo del 14.1% con respecto a su concreto patrón, mientras que para la fibra Sikafiber PE presenta un módulo de rotura máximo de 37.64 kg/cm² representando un 116.75% al agregarse una cantidad de 1800 gr/m³ presenta un aumento máximo de 16.75% con respecto a su concreto patrón; ya que al agregarse la cantidad de 2400 gr/m³ el módulo de rotura presentó una disminución de 35.61 kg/cm² representando este valor un 110.45%, donde disminuye un 6.3% con respecto a la cantidad agregado de 1800 gr/m³.

V. DISCUSIÓN

Asentamiento

El ensayo del asentamiento fue realizado según la norma la NTP 339.035 Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto y ASTM C143 Standard Test Method for Slump of Hidraulic Cement Concrete.

Donde según los resultados obtenidos del asentamiento entre la comparación de las dos fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y la Sikafiber PE, el asentamiento presenta una disminución al ir incrementando la dosis de las fibras al concreto, en donde para la fibra de polipropileno Chema Fibra Ultrafina con una dosis agregada de 400 gr/m³ su asentamiento de 1.77" reduce hasta en un 53.42% con respecto a su concreto patrón; por otro lado para la fibra Sikafiber PE el asentamiento de 0.65" presentó una disminución del 82.29% con una dosis agregada de 2400 gr/m³ con respecto a su concreto patrón en donde ambas contaron con un diseño de concreto de 210 kg/cm², por lo que se tiene una variación de disminución entre ambas fibras de un 28.87%; por otro lado según **(Villanueva y Yaranga, 2015)**, en su trabajo de investigación, emplean la fibra de polipropileno Sikafiber, en donde para la realización de sus probetas llegan a incorporar la fibra con un 5%, 10%, 15% con respecto al volumen del agregado fino, con lo que se llega a tener mayor cantidad de fibra de polipropileno Sikafiber por m³. En donde con sus resultados presentan una significativa variación con respecto a su asentamiento, mostrando que con un 15% del volumen del agregado fino que sería una cantidad de 100.60 kg/m³ de fibra de polipropileno, presenta un asentamiento de 0.98" reduciendo en un 58.47% con respecto a concreto patrón que obtuvo un asentamiento de 2.36", como se muestra en la Figura 44.

Por lo que se coincide, que existe una influencia de las fibras de polipropileno en el asentamiento del concreto según en la cantidad que se le agregue, ya que los asentamientos tienden a reducir significativamente, cuando se le agrega más de 2000 gr/m³ de fibra de polipropileno.

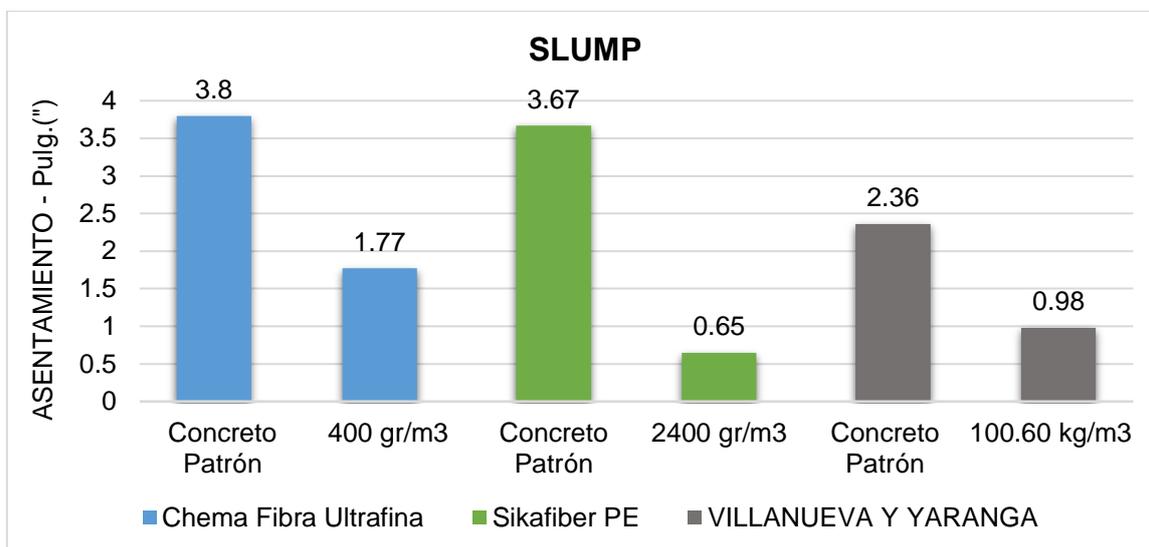


Figura 44. Asentamiento de las fibras de polipropileno y del Antecedente

Resistencia a la Compresión

El ensayo de la Resistencia a la Compresión fue realizado según la norma la NTP 339.034 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas y ASTM C39 Standard Test Method compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.

Donde según los resultados obtenidos de la comparación entre las dos fibras de polipropileno trabajadas, la resistencia a la compresión presentan una considerable variación según se le va añadiendo más cantidad de fibras de polipropileno, por lo que según para la fibra Chima Fibra Ultrafina la resistencia presenta un ligero aumento según se le agrega la dosis, en donde con una dosis de 400 gr/m3 presenta una resistencia de 216.31 kg/cm2 con un aumento del 3.03% con respecto a sus concreto patrón, sin embargo para la fibra Sikafiber PE presenta una resistencia mínima de 190.75 kg/cm2 con una dosis de 1800 gr/m3 presentando una disminución de la resistencia del 12.27% con respecto a su concreto patrón al irse agregando mayor dosis de fibra de polipropileno; por otro lado según (Valero, 2015), en su trabajo de investigación, emplea la fibra de polipropileno Fibermesh 150 presenta un ligero incremento en cuanto a su resistencia a la compresión variación que se encuentra entre los 2.66% y 6.94% según se va agregando mayor cantidad de fibra de polipropileno, alcanzada a los 28 días, en donde presenta que con la adición de una cantidad de 1500 gr/m3 logra alcanzar una resistencia de 354 kg/cm2 un ligero aumento del 6.94% con respecto a su concreto patrón que alcanzo

a los 28 días una resistencia de 331 kg/cm². Esto puede deberse a que, en la realización de su ensayo del Asentamiento, su concreto patrón presentó un asentamiento de 5" y con la dosis de 1500 gr/m³ presentó un asentamiento de 3". Según (Villanueva y Yaranga, 2015), en su trabajo de Investigación, emplean la fibra de polipropileno Sikafiber, en donde para la realización de sus probetas llegan a incorporar la fibra con un 5%, 10%, 15% con respecto al volumen del agregado fino, con lo que se llega a tener mayor cantidad de fibra de polipropileno Sikafiber por m³. En donde con sus resultados presentan una significativa variación con respecto a su resistencia a la compresión, mostrando que con un 15% del volumen del agregado fino llegando contar con una cantidad de 100.60 kg/m³ de fibra de polipropileno, se obtiene una resistencia de 184.83 kg/cm² una disminución del 14.7% con respecto a su concreto patrón.

Por lo que se coincide, que existe una influencia de las fibras de polipropileno en la resistencia a la Compresión, aunque estos lleguen a presentar un ligero incremento, al llegarse a adicionar una cantidad que sobrepase los 2000 gr/m³, la resistencia tiende a presentar una disminución.

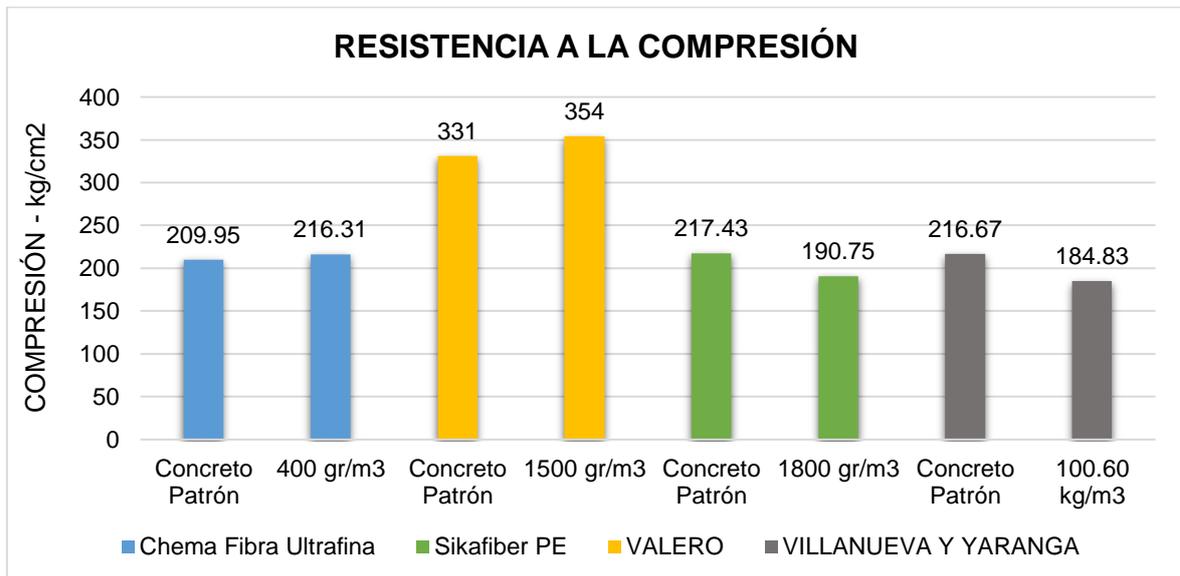


Figura 45. Resistencia a la Compresión de las fibras de polipropileno y de los Antecedentes

Resistencia a la Flexión

El ensayo de la Resistencia a la Flexión fue realizado según la norma la NTP 339.078 Método de ensayo para la determinar la resistencia a la flexión del

hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo y ASTM C78 Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading).

Donde según los resultados obtenidos de la comparación entre las dos fibras de polipropileno trabajados, la Resistencia a la Flexión presentan un incremento conforme se va agregando la cantidad de fibras de polipropileno, en donde para la fibra Chema Fibra Ultrafina presenta un módulo de rotura de 47.53 kg/cm² con una cantidad de 400 gr/m³ teniendo un incremento del 14.1% con respecto a su concreto patrón, por otro lado para la fibra Sikafiber PE su módulo de rotura de 35.61 kg/cm² con una cantidad de 2400 gr/ m³ presentó un incremento del 10.45% con respecto a su concreto patrón, por otro lado según **(Montoya, 2016)**, en su trabajo de investigación, emplea la fibra de polipropileno Sikafiber Force PP/PE-700/55, su resistencia a la Flexión presenta un ligero incremento, al emplear una de cantidad de 200 gr/m³ donde llega a presentar un módulo de rotura de 47.72 kg/cm² con un incremento del 5.88% con respecto a su concreto patrón que presentó un módulo de rotura de 45.07 kg/cm², sin embargo al agregar más cantidad de fibra su modula de rotura tiende a presentar una ligera disminución del 11.09%.

Por lo que se coincide, que existe una influencia de las fibras de polipropileno en la resistencia a la Flexión, llegando a presentar un ligero incremento, al llegarse a adicionar una cantidad que sobrepase los 2000 gr/m³.

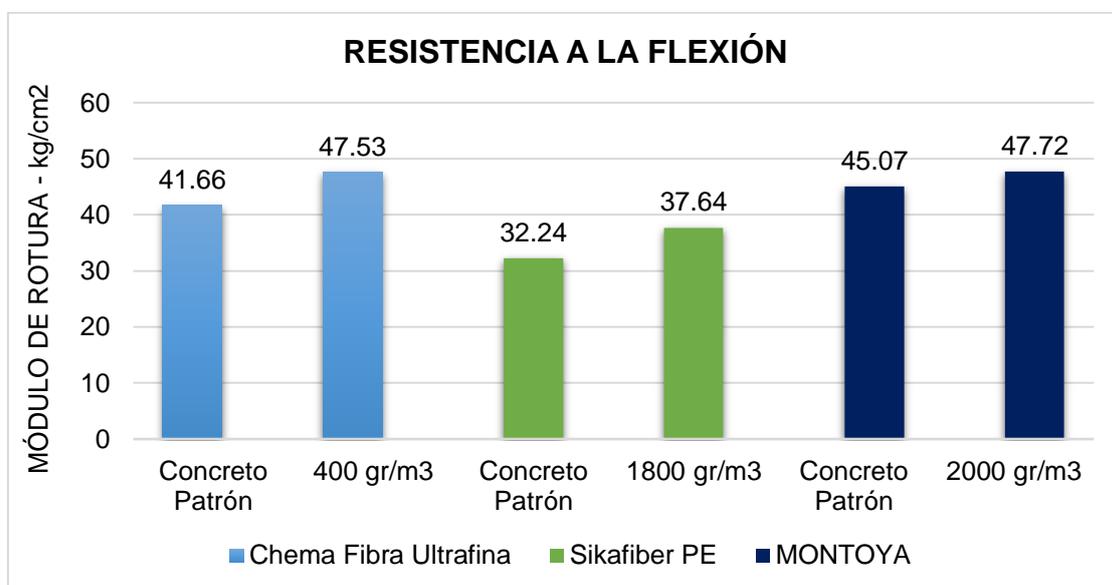


Figura 46. Resistencia a Flexión de las fibras de polipropileno y del Antecedente

VI. CONCLUSIONES

1. Con respecto al Asentamiento, con los resultados obtenidos entre la comparación de las dos fibras de polipropileno, se concluye que con la incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina su asentamiento presenta una disminución del 53.42%, en cambio con la incorporación de la fibra Sikafiber PE su asentamiento tiende a disminuir en un 82.29%, por lo que existe una influencia de las fibras de polipropileno en el asentamiento del concreto de $f'c$ 210 kg/cm² según la cantidad que se llega agregar al concreto, afirmándose el primer hipótesis específico.
2. Con respecto a la Resistencia a la Compresión, con los resultados obtenidos entre la comparación de las dos fibras de polipropileno, se concluye que con la incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina su resistencia presenta un ligero aumento del 3.03%, sin embargo con la con la incorporación de la fibra Sikafiber PE su resistencia tiende a disminuir en un 12.27% con respecto a su concreto patrón, por lo que existe una influencia de las fibras de polipropileno en la Resistencia a la Compresión del concreto de $f'c$ 210 kg/cm² según la cantidad que se llega agregar al concreto, afirmándose el segundo hipótesis específico.
3. Con respecto a la Resistencia a la Flexión, con los resultados obtenidos entre la comparación de las dos fibras de polipropileno, se concluye que con la incorporación de la fibra Chema Fibra Ultrafina su módulo rotura presenta un ligero aumento del 14.1%, por otro lado con la con la incorporación de la fibra Sikafiber PE su módulo rotura aumenta en un 16.75% con respecto a su concreto patrón, por lo que existe una influencia de las fibras de polipropileno en la Resistencia a la Flexión del concreto de $f'c$ 210 kg/cm² según la cantidad que se llega agregar al concreto, afirmándose el tercer hipótesis específico.
4. Por lo que se concluye que lo polímeros (las fibras de polipropileno), presentan una influencia al concreto para el reforzamiento del pavimento rígido según la cantidad de fibra agregada, presentando una disminución en el asentamiento y resistencia a la compresión y un aumento en la resistencia a la flexión.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización de un aditivo plastificante debido a que en los resultados entre ambas fibras de polipropileno su asentamiento se reduce considerablemente, volviéndola una consistencia seca y poco trabajable.
2. Se recomienda la utilización de la fibra de polipropileno Chema Fibra Ultrafina con una dosificación de 400 gr/m³, ya que esta presentó un aumento en su resistencia a la Compresión y en su resistencia a la Flexión.
3. Se recomienda que para la utilización de la fibra Sikafiber PE sea de una dosificación de 1800 gr/m³, de lo contrario superado esta cantidad tiende a disminuir su resistencia a la Flexión.
4. Se recomienda que, para futuras investigaciones, la utilización de estas fibras de polipropileno no supere una dosificación de los 2400 gr/m³, ya que estas tienden a una disminución de las propiedades mecánicas del concreto, tales como el Asentamiento, Resistencia a la Compresión y la Resistencia a la Flexión.
5. Se recomienda la utilización de las fibras de polipropileno Chema Fibra Ultrafina y Sikafiber, sin exceder la cantidad de 2000 gr/m³, para el reforzamiento de la Avenida Revolución de Villa el Salvador, con previo estudio de campo y de laboratorio.

REFERENCIAS

AASHTO 93. Método AASHTO 93 para el diseño de pavimentos rígidos.

ABANTO CASTILLO, FLAVIO. 2009. *Tecnología del Concreto*. Lima : San Marcos, 2009. ISBN: 978-612-302-060-6.

ARMAS, C., Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán. Facultad de Ingeniería Arquitectura y Urbanismo, 2016. 190 pp.

ASTM Internacional. *American Society for Testing and Materials - ASTM*.

BAENA, Guillermina. 2017. *Metodología de la Investigación - Serie integral por competencias*. México : Grupo Editorial Patria, 2017. ISBN ebook: 978-607-744-748-1.

BECERRA, M. 2012. Tópico de Pavimentos de Concreto, Diseño, Construcción y Supervisión. [En línea] 2012. [Citado el: 18 de Octubre de 2019.] https://issuu.com/flujolibreperu/docs/libro_pavimentos_al_cap_2.

BELTRÁN, M. y MARCILLA, A. Tecnología de Polímeros.

BUENAÑO, C., Determinación de un porcentaje de resina de poliéster en un concreto polimérico para alcanzar una alta resistencia a compresión. Trabajo experimental previo a la obtención del título de Ingeniero Civil. Ambato – Ecuador. 2018. 101 pp.

CALO, D. y FERNANDEZ, S. 2012. Proyecto y ejecución de reparaciones en pavimentos. [En línea] 2012. <https://www.ficem.org/CIC-descargas/argentina/Proyecto-y-ejecucion-de-reparaciones-en-pavimentos.pdf>.

CARRASCO. 2005. *Metodología de la Investigación Científica*. Lima : San Marcos, 2005. ISBN: 9972-34-242-5.

CASTELLESE, A. 2011. *Hormigón de ultra-alta resistencia con resinas acrílicas*. Valencia : s.n., 2011.

CERVERA, R. y BLANCO, E. 2001. Mecánica de estructuras y Resistencia de Materiales. [En línea] 2001. http://cervera.rmee.upc.edu/libros/Mec%C3%A1nica_de_estructuras_I_Resistencia_de_Materiales.pdf.

CHAHUA, J. y HUAYTA, Fibra Sintética Estructural para la optimización del diseño de un Pavimento rígido en la nueva planta de Farmagro – Huachipa – Lima. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2018. 183 pp.

CHAPOÑAN, J. y QUISPE, J. Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el A.A.H.H Villa María – Nuevo Chimbote. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional del Santa, facultas de Ingeniería, 2017. 214pp.

CHAVEZ, A. 2014. Pavimentos. Universidad Continental. [En línea] Setiembre de 2014. <https://es.slideshare.net/kevinromerolatorre/tipos-de-pavimentos?fbclid=IwAR3V4UzAke3h2jG6PQQ5NYQjXwCYA517u8dnlpKAa6iNEoNFM5RMr6bdW6g>.

CONCRETO POLIMÉRICO PERÚ. 2016. 2016.

CORONADO PADILLA, Jorge. 2007. *Paradigmas*. Bogotá : Corporación Universitaria Unitec, 2007. ISSN: 1909-4302.

CORTAVITARETE, M. et. al. [en línea]. 2018. Análisis of the influence of using recycled polystyrene as a substitute for bitumen in the behaviour of asphalt concrete mixtures. University of Cantabria, Spain. Volumen 170. 1279 – 1287 pp.

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617322370>

C-TRES. Usos de la Fibra de Polipropileno. [En línea] [Citado el: 19 de Mayo de 2020.] <http://www.ctres.mx/blog/usos-de-la-fibra-de-polipropileno>.

ENVASELIA. 2018. Tipos de plásticos: Termoplásticos, Termoestables y Elastómeros. [En línea] 2018. [Citado el: 19 de Mayo de 2020.]

<https://www.envaselia.com/blog/tipos-de-plasticos-termoplasticos-termoestables-y-elastomeros-id14.htm>.

FUENTES, B. 2014. *Diseño de mezcla de concreto polimérico utilizada resina, catalizador, arena de río, polvo de mármol, puzolana, balastro, mármol y piedrin.* Guatemala : s.n., 2014.

GIL, A. 2012. Resinas de poliéster. [En línea] Marzo de 2012.

GIORDANI, C. y LEONE, D. 2011. Pavimentos Universidad Tecnológica Nacional. [En línea] 2011. https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf?fbclid=IwAR1UmKdyQOg6KjADtzA0FsEtxIRFw2titi6FZPEly9cthyPic1UAg7afR5s.

GONZÁLEZ, J. Estudio y evaluación de las características físicas y propiedades mecánicas del concreto polimérico permeable para su utilización en proyectos con fines ambientales. Trabajo de Graduación. (Título de Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de Guatemala, facultad de Ingeniería, 2015. 127pp.

GONZÁLEZ REYES, ESTEBAN. 2004. El uso de polimeros en elementos estructurales de base de cemento. [En línea] 2004. [Citado el: 01 de 06 de 2020.] [https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-200637/TAB42359/Uso%20de%20polimeros%20en%20elementos%20de%20base%20de%20cemento%20\(E%20Gonzalez\)Rev.pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-200637/TAB42359/Uso%20de%20polimeros%20en%20elementos%20de%20base%20de%20cemento%20(E%20Gonzalez)Rev.pdf).

HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C. y BAPTISTA, P. 2014. *Metodología de la Investigación.* México : Mc. Graw-Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

IN TAEK, R., et al. [en línea]. Enero 2015. Characterization of compliant polymer concretes for rapid repair of runways. School of Mechanical Engineering and Dept, of Civil and Environmental Engineering, Republic of Korea, Seoul. Construction and Building Materials Volumen 78. 77 – 84 pp.

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061815000094>

ISIDRO, G. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm². Tesis (Título de Ingeniero Civil). Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017. 229 pp.

KUMAR, R. Marzo 2016. A Review on Epoxy and Polyester based polymer concrete and exploration of polyfurfuryl alcohol as polymer concrete. Artículo de Hindawi Publishing Corporation, Journal of polymers, University of South Bihar, Patna, India. ID 7249743. 13 pp.

KYUNG, J. y SEUNG, CH. [en línea]. Setiembre 2016. Evaluation of shrinkage-induced stress in a runway using compliant polymer concrete. Article in Composite Structures. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/308272376_Evaluation_of_shrinkage-induced_stress_in_a_runway_repaired_using_compliant_polymer_concrete

MANUAL para la inspección Visual de Pavimentos. 2006. MANUAL para la Inspección Visual de Pavimentos Rígidos. Bogotá : s.n., 2006.

MARTINEZ, G. 2013. *Concreto polimérico reforzado con fibras de luffa*. México : s.n., 2013.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. 2013. *Manual de Carreteras - Conservación Vial*. Lima : s.n., 2013.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. 2014. *Manual de Carreteras - Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos*. Lima : MTC, 2014.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones 2017. Manual de ensayo de Materiales. Perú : s.n., 2017.

MINISTERIO de Transporte y Obras Públicas . 2012. Manual de Construcción de Pavimentos Rígidos, Normas para pavimentos Rígidos, Tomo 2. Ecuador : s.n., 2012.

MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2010. Reglamento Nacional de Edificaciones CE.010, Pavimentos Urbanos. Perú : s.n., 2010.

MONTALVO, M. Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de ciencia e ingeniería, 2015. 106pp.

MONTOYA, K. Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos. Trabajo de Investigación (Título de Ingeniero Civil). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de Ingeniería, 2016. 245 pp.

MURILLO, W. 2008. La Investigación Científica. [En línea] 2008. [Citado el: 10 de Octubre de 2019.] <http://www.monografias.com/trabajos15/invest-cientifica/investcientifica.shtm>.

NORMA ASTM C78. 2017. Resistencia a la flexión. 2017.

PADILLA, A., y otros. 2010. *Segundo Congreso Internacional de Poliformas Plásticas*. Acapulco : s.n., 2010.

PLÁSTICOS ASCASO. Polipropileno: Qué es y sus propiedades. [En línea] [Citado el: 19 de Mayo de 2020.] <https://plasticosascaso.es/polipropileno-que-es-propiedades/>.

PORTILLA, F. 2014. Resistencia a la Flexión del concreto. [En línea] 2014. <https://prezi.com/vqqfcf141fxo/resistencia-a-la-flexion-del-concreto/>.

RIVERA. 2012. Dosificación de mezclas de concreto. [En línea] Setiembre de 2012. <ftp.unicauca.edu.co> >Cap. 08 - Dosificacion de mezclas de concreto.pdf.

SHIPING, Y., LEI, J. y HENGLIN, L. [en línea]. 2019. Experimental análisis of bond between corroded Steel bar and concrete confined with textile – reinforced concrete. Journal of Materials in Civil Engineering of American Society of Civil Engineers. Volumen 31. Disponible en: https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0002856?utm_source=TrendMD&utm_medium=cpc&utm_campaign=Journal_of_Materials_in_Civil_Engineering_TrendMD_0

SIMSEK, B. y UYGUNOGLU, T. Multi-response optimization of polymer blended concrete: A TOPSIS based Taguchi application. Artículo. 2016.

VALDERRAMA, S. 2013. *Pasos para elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, Cualitativa y Mixta.* Lima : San Marcos, 2013. ISBN: 978-612-302-878-7.

VALERO, J. Influencia de las fibras de polipropileno en la Fisuración asociadas a la retracción plástica en pavimentos de concreto, Huancayo 2014. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.

VILLANUEVA, E. y YARANGA, H. Estudio de la influencia de las fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concreto de $F'_{C} = 210$ KG/CM² en el distrito de Lircay, provincia de Angaraes, Región Huancavelica. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2015.

YAGUAL Quimi, Dussan. 2014. [En línea] Octubre de 2014. <https://es.slideshare.net/dussanyagual/reforzamientos-de-estructuras>.

ZAMBRANO, M. 2013. Resistencia mecánica del concreto. [En línea] 2013. <https://prezi.com/lm41svkas68d/resistencia-mecanica-del-concreto/>.

ANEXOS:

ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE IMDEPENDIENTE Polímeros	Los polímeros añadidos en el concreto realzan ciertas propiedades como: obtener una menor absorción del agua, un realce en la dureza, también ayudan a mejorar la capacidad a flexión, resistencia a las heladas, como también la resistencia a la corrosión por ácidos sulfúricos. (González,2004)	La operación del uso de los polímeros en el concreto, se obtendrá mediante, la cantidad de polímeros que se le fue agregando, teniendo siete cantidades diferentes.	Chema fibra ultrafina (fibra de polipropileno)	Dosis 200 gr/m3, 300 gr/m3 y 400 gr/m3	Razón
			Sikafiber PE (fibra de polipropileno)	Dosis 600 gr/m3, 1200 gr/m3, 1800 gr/m3 y 2400 gr/m3	Razón
VARIABLE DEPENDIENTE Concreto	El concreto polimérico es un material que está compuesto con propiedades que le permiten ser usado en muchos casos como un sustituto de los concretos normales. (Galindo, 2010)	La operación del uso del concreto polimérico se obtendrá mediante las investigaciones descritas, utilizadas para la realización del proyecto de investigación.	Asentamiento	SLUMP	Razón
			Resistencia a la Compresión	Resistencia a los 7, 14 y 28 días	Razón
			Resistencia a la Flexión	Resistencia a los 28 días	Razón

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: Reforzamiento del pavimento rígido con el concreto polimérico para la Avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima - 2019						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
<p>General: ¿De qué manera los polímeros influyen en el concreto para el reforzamiento del pavimento rígido?</p> <p>Específicos: 1. ¿Cómo las fibras de polipropileno influyen en el asentamiento del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido? 2. ¿Cómo las fibras de polipropileno influyen en la Resistencia a la Compresión del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido? 3. ¿Cómo las fibras de polipropileno influyen en la Resistencia a la Flexión del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido?</p>	<p>General: Analizar la influencia del concreto adicionando polímeros para el reforzamiento del pavimento rígido</p> <p>Específicos: 1. Determinar la influencia de las fibras de polipropileno en el Asentamiento del concreto para el Reforzamiento del pavimento rígido. 2. Determinar la influencia de las fibras de polipropileno en la Resistencia a la Compresión del concreto para el Reforzamiento del pavimento rígido. 3. Determinar la influencia de las fibras de polipropileno en la Resistencia a la Flexión del concreto para el Reforzamiento del pavimento rígido.</p>	<p>General Los polímeros si influyen en el concreto para el reforzamiento del pavimento rígido</p> <p>Específicos: 1. Las fibras de polipropileno si influyen en el asentamiento del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido. 2. Las fibras de polipropileno si influyen en la Resistencia a la Compresión del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido. 3. Las fibras de polipropileno si influyen en la Resistencia a la Flexión del concreto para el reforzamiento del pavimento rígido.</p>	VARIABLE 1: Independiente – polímeros			<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Diseño: No Experimental - Transversal</p> <p>Población: Todos los ensayos que se realizan al concreto</p> <p>Muestra: Tres ensayos (Asentamiento, Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión)</p> <p>Técnica: Documental</p> <p>Instrumento: Ficha de recolección de datos</p>
			DIMENSIONES	INDICADORES	INTRUMENTOS	
			Chema fibra ultrafina (fibra de polipropileno)	Dosis 200 gr/m3, 300 gr/m3 y 400 gr/m3	Ficha técnica	
			Sikafiber PE (fibra de polipropileno)	Dosis 600 gr/m3, 1200 gr/m3, 1800 gr/m3 y 2400 gr/m3	Ficha Técnica	
			VARIABLE 2: dependiente – Concreto			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INTRUMENTOS	
			Asentamiento	SLUMP	ASTM C 143	
			Resistencia a la Compresión	Resistencia a los 7, 14 y 28 días	ASTM C 39	
			Resistencia a la Flexión	Resistencia a los 28 días	ASTM C 78	

ANEXOS 2: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FECHA:	
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
AUTOR	: Emilym Deisy Calderon Paucar		
PROYECTO	: Reforzamiento del pavimento rígido con el concreto polimérico para la Avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima - 2019		
FIBRA DE POLIPROPILENO :			
DISEÑO DE CONCRETO :			
ANÁLISIS DE LOS AGREGADOS			
PROPIEDAD		AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Humedad Natural	%		
Absorción	%		
Peso Específico	gr/cm ³		
Peso Unitario Compactado	gr/cm ³		
Peso Unitario Suelto	gr/cm ³		
Modulo de Fineza			
Tamaño Máximo del Agregado			
Tamaño Máximo Nominal			
ENSAYO EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO			
ASENTAMIENTO EN CONO DE ABRANS			
Descripción de Probetas	Slump (pulg) "	%	Variación %
CP			
CP + 200 gr/m ³			
CP + 300 gr/m ³			
CP + 400 gr/m ³			
CP			
CP + 600 gr/m ³			
CP + 1200 gr/m ³			
CP + 1800 gr/m ³			
CP + 2400 gr/m ³			
DATOS DEL ESPECIALISTA			FIRMA Y SELLO
NOMBRES Y APELLIDOS :			
ESPECIALIDAD :			
CIP :			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FECHA:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

AUTOR : Emilym Deisy Calderon Paucar
PROYECTO : Reforzamiento del pavimento rígido con el concreto polimérico para la Avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima - 2019
FIBRA DE POLIPROPILEN :
DISEÑO DE CONCRETO :

ENSAYO EN ESTADO ENDURECIDO DEL CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Descripción de Probeta	7 Días	14 Días	28 Días	Resistencia del Concreto	%	Variación %
CP						
CP + 200 gr/m3						
CP + 300 gr/m3						
CP + 400 gr/m3						
CP						
CP + 600 gr/m3						
CP + 1200 gr/m3						
CP + 1800 gr/m3						
CP + 2400 gr/m3						

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Descripción de Probeta	28 Días	Módulo de Rotura	%	Variación %
CP				
CP + 200 gr/m3				
CP + 300 gr/m3				
CP + 400 gr/m3				
CP				
CP + 600 gr/m3				
CP + 1200 gr/m3				
CP + 1800 gr/m3				
CP + 2400 gr/m3				

DATOS DEL ESPECIALISTA

FIRMA Y SELLO

NOMBRES Y APELLIDOS :
ESPECIALIDAD :
CIP :

Buenas noches ING. BENITES

Soy la alumna CALDERON PAUCAR EMILYM DEISY, DNI: 74852787; estudiante del DÉCIMO CICLO de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO. Código de estudiante: 7000965135
Mediante este medio le solicito encarecidamente, pueda validar los instrumentos de recolección de datos; solicitados en el curso de DPI para mi INFORME DE INVESTIGACIÓN titulada:
"Reforzamiento del pavimento rígido con el concreto polimérico para la Avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima - 2019".

Abajo djunto el archivo, con los instrumentos.

Gracias de antemano



JOSE LUIS

para mí ▾

21:27 (hace 36 minutos)



Estimado (a). CALDERON PAUCAR EMILYM DEISY

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu DPI titulado "Reforzamiento del pavimento rígido con el concreto polimérico para la Avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima - 2019" , doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga

Ingeniero Civil

CIP 126769

Buenas tardes ING. NUÑEZ VILELA

Soy la alumna CALDERON PAUCAR EMILYM DEISY, DNI: 74852787; estudiante del DÉCIMO CICLO de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO. Código de estudiante: 7000965135
Mediante este medio le solicito encarecidamente, pueda validar los instrumentos de recolección de datos; solicitados en el curso de DPI para mi INFORME DE INVESTIGACIÓN titulada:
"Reforzamiento del pavimento rígido con el concreto polimérico para la Avenida Revolución, Villa el Salvador, Lima - 2019".

Abajo djunto el archivo, con los instrumentos.
Gracias de antemano



Luis Fernando Nuñez Vilela

17:00 (hace 1 hora)



para mí ▾

Estimada Srta Emilym Calderón Paucar habiendo revisado tus instrumentos de recolección de datos de tu DPI titulado "**Reforzamiento del pavimento rígido con el concreto polimérico para la Avenida Revolución, Villa El Salvador, Lima - 2019**" doy por VALIDADO para que se pueda aplicar en el desarrollo de su tesis.

Saludos cordiales

Msc. Ing. Luis Fernando Nuñez Vilela
Ingeniero Civil
CIP 152657

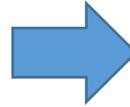
ANEXOS 3

Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$

Fuente: Armas Aguilar César Hugo

Resistencia Promedio

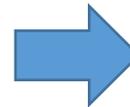
$f'c$	$f'cr$
Menor de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 0$
Mayor de 350	$1.1 * f'c + 50$



$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Asentamiento

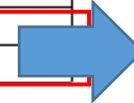
Consistencia	Asentamiento
Seca	0 a 2 Pulg.
Plástica	3 a 4 Pulg.
Fluida	Mayor a 5 Pulg.



Plástica = 4"

Relación agua Cemento

Resistencia a la Compresión (28 días), $f'cr$ en kg/cm^2	Relación agua cemento de diseño en peso.	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71



$R a/c = 0.68$

Volumen Unitario de Agua

Asentamiento	Agua en lt/m^3 , para los tamaños máximos nominales (TMN) de agregado grueso y consistencia indicada							
	3/8 Pulg.	1/2 Pulg.	3/4 Pulg.	1 Pulg.	1 1/2 Pulg.	2 Pulg.	3 Pulg.	6 Pulg.
Concreto sin aire incorporado								
1 a 2 Pulg.	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4 Pulg.	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7 Pulg.	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto con aire incorporado								
1 a 2 Pulg.	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4 Pulg.	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7 Pulg.	216	205	197	184	174	166	154	---

Factor Cemento

$$f_c = \frac{\text{Vol. Unit. Agua}}{R a/c}$$

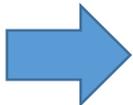
$$f_c = 317.65$$

Porcentaje de Aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal (TMN)	% Aire atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.50%
3/4"	2%
1"	1.50%
1 1/2"	1%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Porcentaje de Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso (TMN)	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
	Módulo de fineza del agregado fino (mf)			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81



$$V = 0.54$$

Diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$

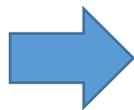
Fuente: Guillermo Isidro Perca

Resistencia Promedio

f_c	f_{cr}
Menos de 210	$f_c + 70$
210 a 350	$f_c + 84$
Sobre 350	$f_c + 98$

$f'c = 294 \text{ kg/cm}^2$

Asentamiento



Plástica = 3" a 4"

Volumen Unitario de Agua

Asentamiento	Agua en l/m ³ , para los tamaños máximos nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---

Contenido de Aire

Contenido de aire atrapado	
Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Relación agua Cemento

Condiciones de exposición	ReL. a/c máxima en concretos con agregados de peso normal	Resistencia en compresión mínima en concreto con agregado liviano
Concretos de baja permeabilidad		
- Expuesto a agua dulce	0.50	260
- Expuesto a agua de mar	0.45	
- Expuesto a la acción de aguas cloacales	0.45	
Concreto expuesto a congelamiento y deshielo en condición húmeda		
- Sardineles, cunetas y secciones delgadas	0.45	300
- Otros elementos	0.50	
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina, o rocío de ésta agua.		
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm.	0.40	325
	0.45	300

Factor Cemento

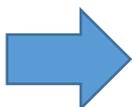
$$FC = \frac{\text{Vol. unitario de agua}}{\text{Relación a/c}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{0.50} = 386 \text{ kg/m}^3$$

Volumen absoluto de pasta

$$\text{Vol. unitario de cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{P. e. del cemento}} = \frac{386 \text{ kg/m}^3}{2990 \text{ kg/m}^3} = 0.129$$

$$\text{Vol. unitario de agua} = \frac{\text{Vol. unit. agua}}{\text{P. e. del agua}} = \frac{193 \text{ l/m}^3}{1000 \text{ l/m}^3} = 0.193$$

$$\text{Vol. unitario de Aire} = \% \text{ de aire atrapado} = 1.5\% = 0.015$$



$$\text{Volumen absoluto de la pasta} = 0.337$$

Volumen absoluto del agregdo

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = \text{Vol. total (1)} - \text{Vol. absoluto de la pasta}$$

$$\text{Vol. absoluto de agregado} = 1 - 0.337 = 0.663$$

Módulo de fineza

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Módulo de fineza de la combinación de agregados, que da las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en sacos/m ³ indicados.			
	6	7	8	9
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Cálculo del valor R_f .

$$R_f = 100 * \frac{(mg - m)}{(mg - mf)} = 100 * \frac{(6.89 - 5.496)}{(6.89 - 3.27)} = 38.51\%$$

Dónde:

R_f : Porcentaje de agregado fino en relación al volumen absoluto de agregado.

m : Módulo de fineza de la combinación de agregados.

mg : Módulo de fineza del agregado grueso.

mf : Módulo de fineza del agregado fino.

Volúmenes de absoluto de los agregados

$$Vol. abs. de agregado fino = R_f * Vol. abs. del agregado$$

$$Vol. abs. de agregado fino = 0.3851 * 0.663 = 0.255$$

Por lo tanto:

$$Vol. abs. de agregado grueso = 0.663 - 0.255 = 0.408$$

Pesos secos del agregado

$$\text{Peso seco ag. fino} = \text{Vol. abs. de ag. fino} * P. e. \text{ del ag. fino}$$

$$\text{Peso seco ag. fino} = 0.255 * 2610 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 665.55 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Peso seco ag. grueso} = \text{Vol. abs. de ag. grueso} *$$

P. e. del ag. grueso

$$\text{Peso seco ag. grueso} = 0.408 * 2490 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1015.92 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

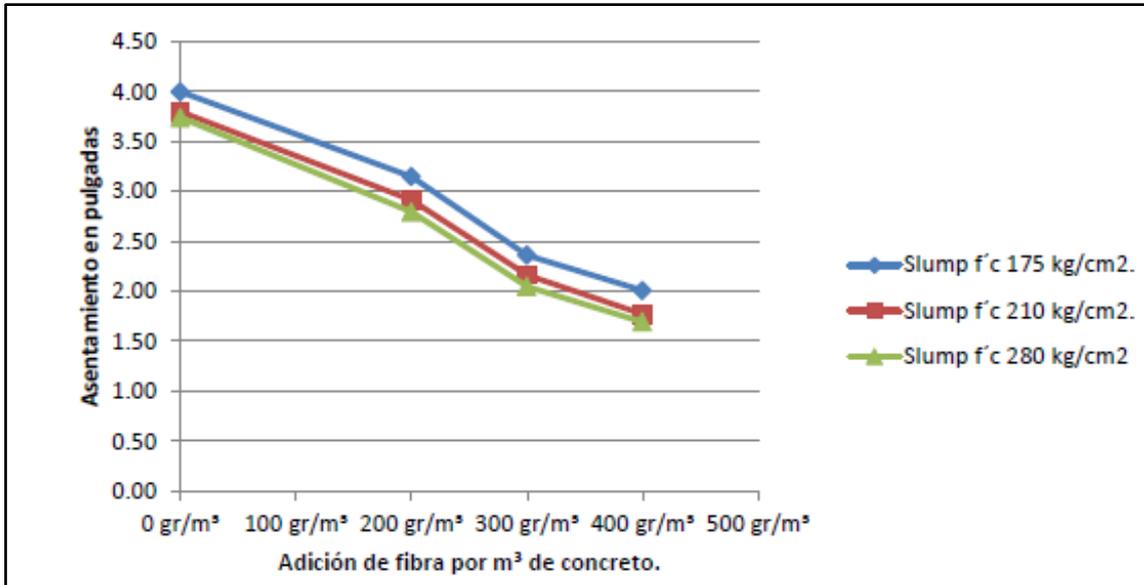
Diseño final

	Pesos secos	Corrección por Humedad	Corrección por Absorción	Pesos Corregidos	Proporciones del diseño de mezcla en peso por bolsa
Cemento	386.00 kg/m ³	-		386.00 kg/m ³	1
Agregado fino	665.55 kg/m ³	7.25 l	27.95 l	672.80 kg/m ³	1.74
Agregado grueso	1015.92 kg/m ³	8.43 l	34.44 l	1024.35 kg/m ³	2.65
Agua	193.00 l/m ³			239.71 l/m ³	26.39

ANEXOS 4

Resultados de Ensayos Fuente: Armas Aguilar César Hugo

Asentamiento por diseño

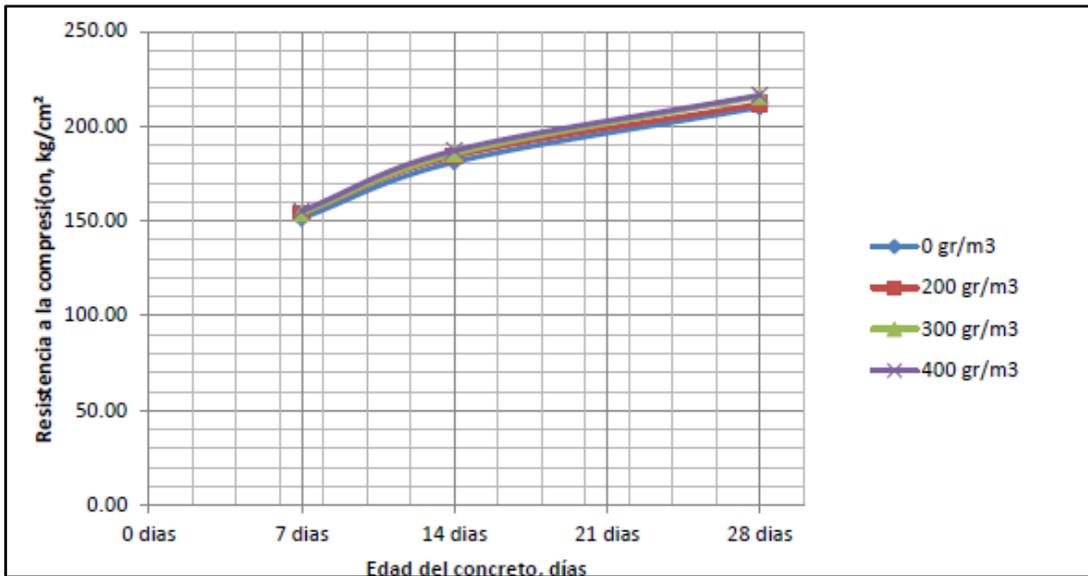


Resistencia a Compresión – 28 días

Porcentaje de incremento en la Resistencia a la compresión de concreto f'c 210 kg/cm² con adiciones de 200, 300 y 400 gr/m³ de concreto a edad de 28 días. Curado con agua.

Dosis Fibra	f'c 28 días	% Incremento de la resistencia
0.00 gr/m³	209.95	0.00%
200.00 gr/m³	211.75	0.86%
300.00 gr/m³	215.68	2.73%
400.00 gr/m³	216.31	3.03%

Compresión de 7, 14 y 28 días



Resistencia a Flexión – 28 días

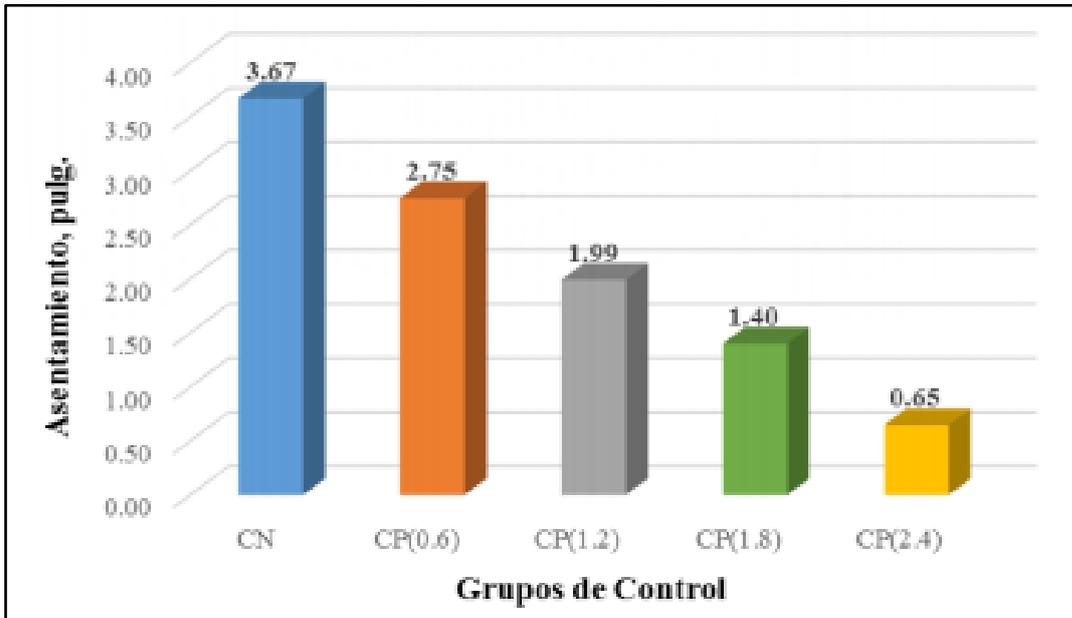
Módulo de rotura a flexión según resistencia y dosis de adición de fibra de polipropileno.

Resistencia a la compresión $f'c$	Dosis de fibra	Carga P, Kg	Sección Viga Base b, cm	Peralte d, cm	Luz entre apoyos L, cm	Módulo Rotura por flexión MR, Kg/cm ²	Incremento %
175.00 kg/cm ²	0.00 gr/m ³	2550.50	15.24	15.24	48.34	34.83	100.00
	200.00 gr/m ³	2670.73	15.24	15.24	48.34	36.47	104.71
	300.00 gr/m ³	2790.50	15.24	15.24	48.34	38.11	109.41
	400.00 gr/m ³	2890.55	15.24	15.24	48.34	39.48	113.33
210.00 kg/cm ²	0.00 gr/m ³	3050.52	15.24	15.24	48.34	41.66	100.00
	200.00 gr/m ³	3180.20	15.24	15.24	48.34	43.43	104.25
	300.00 gr/m ³	3360.63	15.24	15.24	48.34	45.90	110.17
	400.00 gr/m ³	3480.55	15.24	15.24	48.34	47.53	114.10
280.00 kg/cm ²	0.00 gr/m ³	4100.36	15.24	15.24	48.34	56.00	100.00
	200.00 gr/m ³	4322.37	15.24	15.24	48.34	59.03	105.41
	300.00 gr/m ³	4490.00	15.24	15.24	48.34	61.32	109.50
	400.00 gr/m ³	4690.69	15.24	15.24	48.34	64.06	114.40

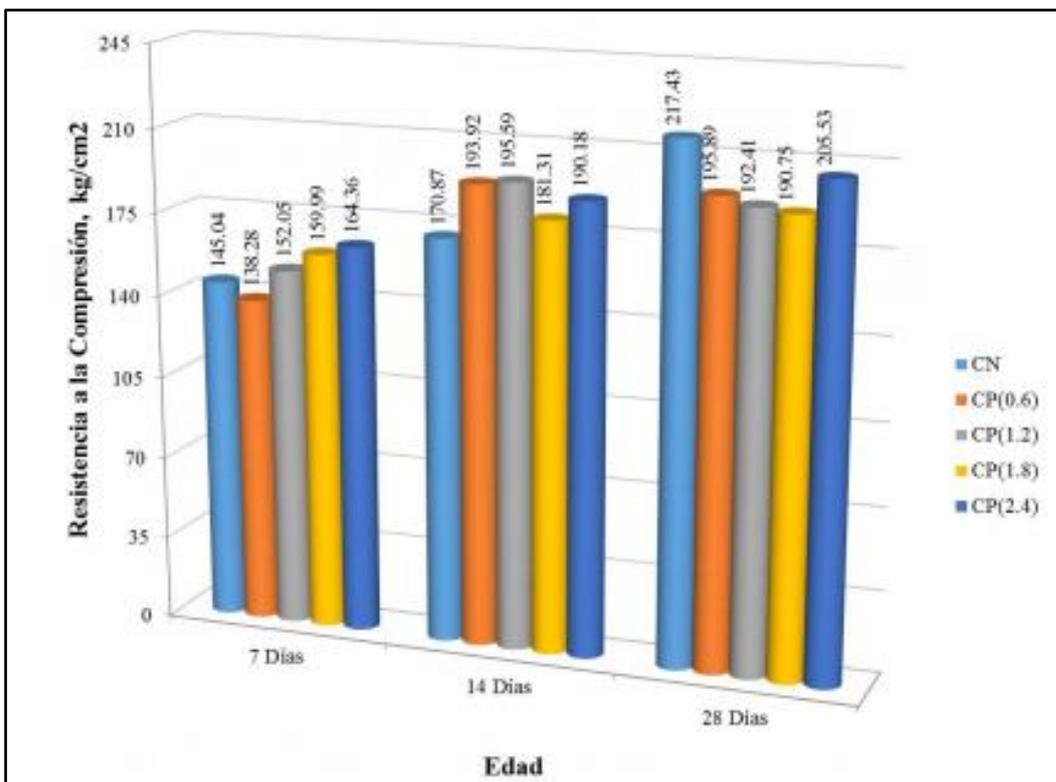
Resultados de los Ensayos

Fuente: Guillermo Isidro Perca

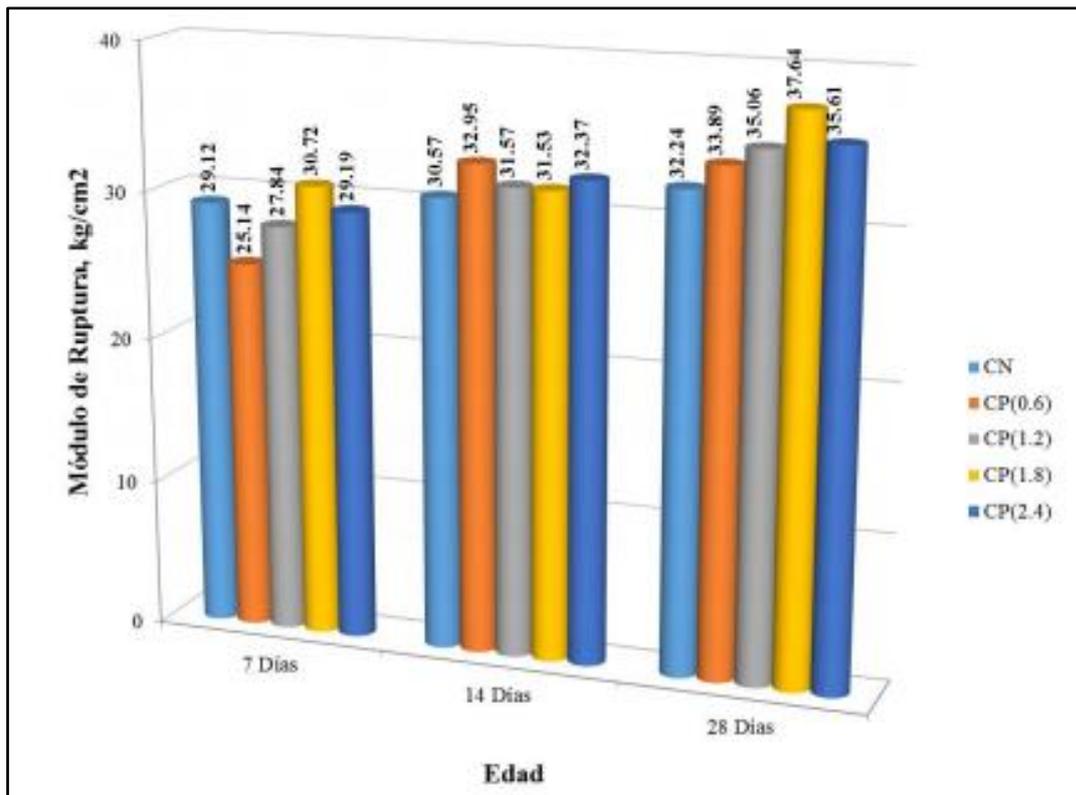
Resultados del Asentamiento



Resultados de Compresión a los 7, 14 y 28 días



Resultados de Flexión a los 7, 14 y 28 días



ANEXOS 5

Panel fotográfico de la realización de Ensayos

Fuente: Armas Aguilar César Hugo



Realización del Asentamiento



Realización del Ensayo a Compresión



Realización del Ensayo a Flexión

Panel Fotográfico de la realización de los Ensayos

Fuente: Guillermo Isidro Perca



Figura. Realización del Asentamiento



Figura. Realización del ensayo de Compresión

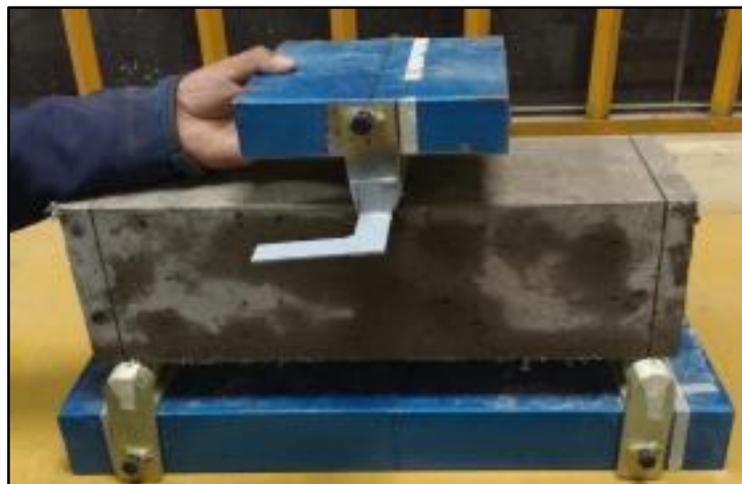


Figura. Realización del ensayo de Flexión

Ficha Técnica

Hoja Técnica															
CHEMA FIBRA ULTRAFINA															
Fibra de polipropileno para refuerzo tridimensional en morteros y concretos, reductor de fisuras.															
VERSION: 01 FECHA: 24/09/2017															
 Chema <i>Calidad que Construye</i>															
DESCRIPCIÓN	<p>CHEMA FIBRA ULTRAFINA son microfibras sintéticas de polipropileno recomendado como refuerzo del concreto. Esta tecnología única combina un diámetro ultra fino y alta resistencia, obteniendo un alto nivel de prevención de grietas causados por contracción. Más de cien millones de filamentos de alta resistencia y alto módulo crean una red dimensional extremadamente densa en el concreto.</p> <p>La habilidad de las fibras reduce el agrietamiento en las primeras 24 horas después de colocado el concreto, permitiendo una reducción de la dosis recomendada.</p> <p>Cumple con los requisitos de la norma ASTM C1116 / C1116M "Especificación Estándar para Hormigón Armado con Fibra" y los requisitos de ICC ES AC32 Sección 3.1.1 Para el refuerzo de contracción plástica.</p>														
VENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> - Inhibe y controla la formación de grietas intrínsecas en hormigón. - Reduce el agrietamiento de la contracción plástica en un promedio del 90% a una dosis de 0,6 kg/m³ con más de 110 millones de fibras. - Reduce considerablemente la permeabilidad del hormigón, aumentando así la vida útil del hormigón. - Proporciona refuerzo tridimensional contra el micro-agrietamiento. - Aumenta la resistencia al impacto y a la abrasión del hormigón. - Se presenta como un elemento muy eficaz en mezclas con fibras macro sintéticas y fibras de acero. 														
USOS	<p>Recomendado para uso en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de losa sobre suelo. - Pavimento de hormigón. - Blanqueado y superposiciones. - Prefabricados arquitectónicos. - Hormigón proyectado, decorativo. - Estuco, tarrajes - Elementos a base de cemento. - Elementos marinos, etc. 														
DATOS TÉCNICOS	<table> <tr> <td>Material</td> <td>: Polipropileno 100% Virgen</td> </tr> <tr> <td>Diseño</td> <td>: Filamento monolaminar</td> </tr> <tr> <td>Color</td> <td>: Blanquecino traslúcido</td> </tr> <tr> <td>Gravedad Especifica</td> <td>: 0.91 gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>Punto de Fusión</td> <td>: 160°C (320°F)</td> </tr> <tr> <td>Punto de Ignición</td> <td>: 590°C (1094°F)</td> </tr> <tr> <td>Absorción de Agua</td> <td>: Cero</td> </tr> </table>	Material	: Polipropileno 100% Virgen	Diseño	: Filamento monolaminar	Color	: Blanquecino traslúcido	Gravedad Especifica	: 0.91 gr/cm ³	Punto de Fusión	: 160°C (320°F)	Punto de Ignición	: 590°C (1094°F)	Absorción de Agua	: Cero
Material	: Polipropileno 100% Virgen														
Diseño	: Filamento monolaminar														
Color	: Blanquecino traslúcido														
Gravedad Especifica	: 0.91 gr/cm ³														
Punto de Fusión	: 160°C (320°F)														
Punto de Ignición	: 590°C (1094°F)														
Absorción de Agua	: Cero														
ATENCIÓN AL CLIENTE:															
(511) 336-8407															
Página 1 de 2															



Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMA FIBRA ULTRAFINA

Fibra de polipropileno para refuerzo tridimensional en morteros y concretos, reductor de fisuras.

VERSION: 01
FECHA: 24/09/2017

Resistencia ácidos y álcalis	: Excelente.
Resistencia a la Tensión	: 70 ksi (480 MPa)
Longitud	: 0.5" (13 mm) & 0.75" (19mm)
Módulo de Elasticidad	: 1230 ksi (4.48 GPa)
Denier	: 0.9

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO Agregar una bolsa hidrosoluble de 300g por cada m³ directamente al mixer de concreto o mortero antes, durante o después que la mezcla de concreto esté listo. Se recomienda seguir los procedimientos de mezcla especificados en ASTM C94.

RENDIMIENTO La dosis recomendada es de una bolsa de 300g/m³ de concreto, mortero o según recomendación del proyectista.

PRESENTACIÓN Envase de 300 gr.

TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Su vida útil es ilimitada si se conserva adecuadamente, almacenado en un lugar fresco, sellado y bajo techo. Debe almacenarse a temperaturas por debajo de 60 °C. Evitar almacenar cerca de oxidantes y evitar fuentes de ignición. Tenga cuidado al apilar para evitar condiciones inestables.

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES No se recomienda esta fibra para su uso como sustituto del refuerzo primario / estructural.

En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/999012933). Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No comer ni beber mientras manipula el producto. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.

"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"

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

ATENCIÓN AL CLIENTE:

(511) 336-8407

Página 2 de 2



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaFiber® PE

FIBRA SINTÉTICA PARA EL REFUERZO DE CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFiber® PE, es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concretos y morteros.

SikaFiber® PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados.

Durante la mezcla SikaFiber® PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

USOS

- Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc)
- Mortero y concreto proyectado (Shotcrete).
- Paneles de fachada.
- Elementos prefabricados.
- Revestimientos de canales.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

La adición de SikaFiber® PE sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas:

- Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.
- Aumento importante del índice de tenacidad del concreto.
- Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.
- En mayor cuantía, mejora la resistencia a la tracción y a la compresión.
- La acción del SikaFiber® PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

CERTIFICADOS / NORMAS

A los concretos a los que se agregado SikaFiber® PE cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Bolsa de 600 g
Apariencia / Color	Fibra de color crema
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados.
Densidad	1.17 kg/L

INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua	< 2%
Resistencia a la Tensión	468 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	15,000 kg/cm ²
Elongación de Rotura	26%
Resistencia a la Alcalinidad	Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacterias.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Se agrega, en planta o a pie de obra, directamente a la mezcla de concreto o mortero. Una vez añadido el SikaFiber® PE, basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos. No disolver en el agua de amasado.

DOSIFICACIÓN

- Hasta $f'c = 300$ kg/cm², utilizar 600 g de SikaFiber® PE por m³ de concreto.
- Para concretos de alta resistencia, mayores a $f'c = 300$ kg/m², utilizar 1 kg de SikaFiber® PE por m³ de concreto.
- Para mezclas de shotcrete, utilizar de 2 a 8 kg de SikaFiber® PE por m³ de concreto.

LIMITACIONES

SikaFiber® PE no sustituye a las armaduras principales y secundarias resultantes del cálculo. La adición de SikaFiber® PE no evita las grietas derivadas de un mal dimensionamiento y aunque ayuda a controlarlo, no evita las grietas producto de un deficiente curado. La adición de SikaFiber® PE es compatible con cualquier otro aditivo de Sika.

NOTAS

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

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

