UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON

SEDE SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENERIA

LICENCIATURA DE INGENERIA CIVIL

Investigación de los textiles con la adherencia del concreto reforzado

TESIS PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA DE INGENERIA CIVIL

OSCAR STEVEN RODRIGUEZ SEGURA

Luis Guillermo Loria Salazar

Diciembre, 2023

II Parte: Estructura del documento de investigación

A. Apartados del documento escrito en la redacción de tesis de grado y posgrado

A.1 Hojas preliminares

Tribunal examinador

Declaración jurada

Universidad Isaac Newton
Licenciatura en Ingeniería Civil

DECLARACIÓN JURADA

Yo Oscar Steven Rodriguez Segura, cédula de identidad Nº [redacted] estudiante de la carrera Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Isaac Newton, declaro bajo fe de juramento y conscientes de las responsabilidades de los civiles y penales de este acto, que este Trabajo Final de Investigación es de mi autoría y es presentado con la finalidad de obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil y tiene como título "investigación de los textiles con la adherencia del concreto reforzado".

Declaro que en él no se han reproducido informaciones parciales o totales de otros autores, como si fueran de mi propia autoría, por el contrario, se han destacado en el uso de citas textuales las informaciones de otros autores, consignando su origen. Debido a lo anterior, libero a la Universidad Isaac Newton de cualquier responsabilidad en caso de que la declaración sea falsa.

Además, por este medio, autorizo la consulta de esta investigación para fines académicos por parte de la comunidad de usuarios de la Biblioteca de la Universidad Isaac Newton, bajo las modalidades de préstamo interno y a domicilio, así como su inclusión en repositorios o bases de datos digitales que la Universidad considere oportunas.

Entregado en las oficinas de la Dirección Administrativa de la Universidad Isaac Newton ubicada en San Carlos a los seis días del mes de diciembre del 2023.

Firma 

Nombre: Oscar Steven Rodriguez Segura

Cédula: [redacted]

Dedicatoria

A mis padres por haberme ayudado en esta etapa de estudio, acompañándome día a día tanto en los momentos buenos como malos, dándome consejos para mejorar, desde pequeño me guiaron para siempre ser una buena persona y que me lograra superar en los estudios.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la Universidad Isaac Newton por haberme brindarme la oportunidad de estudiar de ser mejor persona, a su vez también quiero agradecer a todos los profesores que tuve en este periodo que me ayudaron a mejorar y aprender más de los temas de la ingeniería civil.

Carta de aprobación del director de tesis

CARTA DEL TUTOR

San Carlos 06 de diciembre del 2023.

Señores
UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON
Presente

Estimados señores:

En mi calidad de tutor designado a la Tesis elaborada el estudiante Oscar Steven Rodriguez Segura, titulada investigación de los textiles con la adherencia del concreto reforzado, *durante el período 2023*, al respecto hago de su conocimiento que doy mi aprobación para que este Trabajo Final de Graduación, sea desarrollado y presentado ante la Universidad Isaac Newton, contando con los lineamientos establecidos por esta reconocida Universidad.

Agradezco la oportunidad brindada para poder desarrollar junto este estudiante este trabajo que enriquecerá la estructura institucional de esta dependencia.

Sin más por el momento me despido cordialmente,

Luis Guillermo Loria Salazar
Tutor de Tesis
Docente de la Universidad Isaac Newton

Carta de aprobación de los lectores

CARTA DEL LECTOR

San Jose 12 de diciembre del 2023

Señores
UNIVERSIDAD ISAAC NEWTON
Presente

Estimados señores:

En mi calidad de Lector (a) designado (a) a la Tesis elaborada el (la) estudiante Oscar Steven Rodriguez Segura, titulada Investigación de los textiles con la adherencia del concreto reforzado, *durante el período 2023*, al respecto hago de su conocimiento que doy mi aprobación para que este Trabajo Final de Graduación, sea desarrollado y presentado ante la Universidad Isaac Newton, contando con los lineamientos establecidos por esta reconocida Universidad.

Agradezco la oportunidad brindada para poder desarrollar junto este estudiante este trabajo que enriquecerá la estructura institucional de esta dependencia.

Sin más por el momento me despido cordialmente,

Ernesto Villegas Villegas
Lector (a) de Tesis
Docente de la Universidad Isaac Newton

Constancia de revisión filológica

Tabla de contenidos

A.2 Distribución de los capítulos del documento de investigación 12
Capítulo 1: Introducción 12
1.1 Planteamiento del problema de investigación 12
1.1.1 Contexto 12
1.1.2 Justificación 13
1.1.3 Problema de investigación 14
1.1.4 Estado del arte 14
1.2 Objetivos de la investigación 15
1.2.1 Objetivo general 15
1.2.2 Objetivos específicos 16
1.3 Las variables o categorías de análisis 16
1.3.1 Las variables o categorías de análisis 16
1.3.2 Matriz de la investigación 17
1.4 Alcances 20
1.5 Formulación de la hipótesis de la investigación 21
Capítulo 2: Marco teórico 21
2.1 Estado del conocimiento 21
2.1.1 Definición de conceptos 21
2.1.3 Historia de los textiles 24
2.1.4 El textil: Composición, características y tipos 25
2.1.5 ¿Qué es la Arquitectura Textil? 26
2.1.6 Cualidades de la Arquitectura Textil 26
2.1.7 Características del concreto reforzado con textil. 27
2.1.8 Ventajas y desventajas del uso de textiles con concreto reforzado 31
2.2 Estado de la cuestión 32
2.2.1 Análisis de propiedades mecánicas del concreto hidráulico con fibras textiles de llantas recicladas en San Pedro Sula, 2019. 32
2.2.2 Concreto reforzado con fibras de textil en México. 33
2.2.3 Estructuras de hormigón con armadura textil 35
2.3.1 Especificaciones técnicas 46
Capítulo 3: Marco metodológico 48
3.1. Tipo de investigación 49
3.1.1 Naturaleza de la investigación 49

3.1.2 Carácter de la investigación 49
3.2 Sujetos y fuentes de información 50
3.2.1 Sujetos de información 50
3.2.2 Fuentes de información: primarias o secundarias 51
3.3 Muestra y población 53
3.3.1 Tipo de muestra 53
3.3.2 Descripción de la muestra 53
3.3.3 Descripción estadística de la población en estudio 53
3.4 Instrumentos y técnicas de recolección de datos 54
3.4.1 Diseño de instrumentos 54
3.4.2 Procedimiento de intervención 54
3.5 Estrategia de análisis de datos 55
3.5.1 Presentación y análisis de los datos 55
3.5.2 Cronograma 55
Capítulo 4: Análisis e interpretación de los resultados 56
4.1 Presentación de los resultados para las variables o categorías de análisis 57
4.1.1 Resultados de los encuestados para el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado. 57
4.1.2 Resultados de los encuestados para beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado. 57
4.1.3 Resultados de los encuestados para el procedimiento para utilizar textiles con la adherencia del concreto reforzado. 58
4.2 Análisis de los resultados para las variables o categorías de análisis 59
4.2.1 Comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado. 59
4.2.2 Beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado. 60
4.2.3 Procedimiento para utilizar textiles con adherencia del concreto reforzado. 61
4.3 Aceptación o rechazo de la hipótesis 63
Capítulo 5: Limitaciones, conclusiones y recomendaciones 64
5.1 Limitaciones 64
5.2 Conclusiones 65
5.3 Recomendaciones 66
III Parte: Referencias 66
Apéndices 70
Apéndice A: Carta aprobación Leonardo Rodriguez 70

Apéndice B: Carta aprobación Jairo Muñoz 71
Apéndice C: Carta aprobación Eddie Arias 72
Apéndice D: Carta aprobación Félix Villegas 73

Índice de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1 Objetivo General…..16

Tabla 2 Objetivo Específicos.....16

Tabla 3 Matriz de la investigación número 1.....17

Tabla 4 Matriz de la investigación número 1.....18

Tabla 5 Matriz de la investigación número 1.....19

Tabla 6 Sujetos de información.....52

Tabla 7 Nombre de las personas encuestadas.....53

Tabla 8 Fuentes Secundarias.....53

Figuras

Figura 1 Fibras utilizadas en sistemas de hormigón reforzado con fibras.....29

Figura 2 Armadura textil biaxial de fibras de vidrio, armadura textil multiaxial de fibras de vidrio, armadura textil triaxial de fibras de carbono…..38

Figura 3 Proceso de laminación de una placa de hormigón textil.....39

Figura 4 Fases de producción de un tubo de hormigón textil con el método de envuelto.....41

Figura 5: Esculturas hechas con textiles ….....42

Figura 6 Fases de desarrollo del elemento de fachada ….....44

Figura 7 Elementos con textiles.....44

Figura 8 Instalación de pasarelas de hormigón con armadura textil.....45

Figura 9 Fabricación de los segmentos de la pasarela de hormigón con armadura textil …..46

Figura 10 Refuerzo de una losa, refuerzo de una lámina hiperbólica.....47

Figura 11 Cronograma….....47

Figura 12 Resultados de los encuestados para el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado.....58

Figura 13 Resultados de los encuestados para beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado ….....59

Figura 14 Resultados de los encuestados para el procedimiento para utilizar textiles con la adherencia del concreto reforzado.....60

Índice de abreviaturas en orden alfabético

ACI: American Concrete Institute

ASTM: American Society of Testing and Materials

cm: Centímetros

Confort: Comodidad

Dry Fit: Tejido de poliéster

FRCM: Fabric Reinforced Cementitious Matrix

FRP: Fiber Reinforced Polymer

Kg: Kilogramos

m: Metros

mm: Milímetros

m2: Metros Cuadrados

m/s: Metros entre segundos

PSI: Libras por Pulgada Cuadrada

TRC: Test Reference Cord

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

Resumen ejecutivo español / inglés

Español

El presente trabajo de investigación abarca el tema de la adherencia de los textiles con el concreto reforzado, a lo largo del desarrollo se lograra entender de una mejor manera la importancia de este tema en la ingeniería civil, dando énfasis a el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado, sus diferentes tipos de textiles, estructuras donde se han utilizado dando así reseñas de diferentes estudios o aplicaciones de este tema en el campo profesional, posteriormente también se abarcara sus beneficios o desventajas de su aplicación, pasos a seguir para trabajar con textiles.

Se creara una hipótesis donde se plantee la pregunta si los la adherencia de los textiles con el concreto reforzado mejorara en el futuro, así nos dará la oportunidad de investigar a fondo, gracias a estudios previos y mucha información recolectada de diferentes fuentes tanto principales como secundarias, pudimos entender que este tema es de mucha productividad para el futuro y que todavía la ciencia y la aplicación en el campo no han explotado su máximo provecho, dándonos a entender que efectivamente la hipótesis que creamos está en lo correcto.

Posteriormente se hizo un análisis de datos, donde se realizó una encuesta a personas profesionales, para recolectar información relacionada con el tema de estudio que se abarco, a su vez también se recolecto información d otros medios para adquirir más materia, generar una serie de pasos a seguir del uso de textiles con adherencia al concreto reforzado, así poder esclarecer dudas sobre este tema tan interesante que se realizó.

Posteriormente de realizar los pasos de aplicación de la adherencia de los textiles con el concreto reforzado, se realizó una serie de recomendaciones sobre el tema de estudio para

que así puedan los lectores tener un punto de vista de mejoras que se pueden realizar en este medio constructivo para la mejora de la ingeniería civil y del país de Costa Rica.

Ingles

The present research work covers the topic of the adhesion of textiles with reinforced concrete, throughout the development it will be possible to better understand the importance of this topic in civil engineering, giving emphasis to the behavior of textiles with the adhesion of reinforced concrete, its different types of textiles, structures where they have been used, thus giving reviews of different studies or applications of this topic in the professional field, later its benefits or disadvantages of its application will also be covered, steps to follow to work with textiles.

A hypothesis will be created where the question is raised if the adhesion of textiles with reinforced concrete will improve in the future, thus giving us the opportunity to investigate in depth, thanks to previous studies and a lot of information collected from different sources, both primary and secondary. , we were able to understand that this topic is very productive for the future and that science and application in the field have not yet exploited its maximum benefit, giving us to understand that indeed the hypothesis we created is correct.

Subsequently, a data analysis was carried out, where a survey was carried out on professional people, to collect information related to the topic of study that was covered, at the same time, information was also collected from other means to acquire more material, generate a series of steps. to follow the use of textiles with adhesion to reinforced concrete, in order to clarify doubts about this very interesting topic that was carried out.

After carrying out the application steps of the adhesion of textiles with reinforced concrete, a series of recommendations were made on the topic of study so that readers can

have a point of view of improvements that can be made in this construction environment. for the improvement of civil engineering and the country of Costa Rica.

A.2 Distribución de los capítulos del documento de investigación

Capítulo 1: Introducción

En el presente trabajo se realizará una investigación sobre el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado, se procederá con los siguientes apartados como contexto, justificación, problema de investigación, estado del arte, objetivo general, objetivo específico, las variables o categorías de análisis, matriz de la investigación, alcances y formulación de la hipótesis de la investigación.

1.1 Planteamiento del problema de investigación

1.1.1 Contexto

En la ingeniería civil las construcciones con llevan muchas cantidades de concreto, por lo tanto, se investigará sobre el comportamiento de la adherencia de los textiles con el concreto reforzado, la investigación se llevará gracias a la información recuperada de libros en temas de ingeniería civil, libros sobre temas de concreto, también se tomará en cuenta documentos, internet para adquirir información necesaria sobre el tema de la investigación.

Se logrará adquirir mayor conocimiento sobre la práctica de textiles con adherencia al concreto logrando aprender sus ventajas o desventajas, su aplicación en el campo, diferentes tipos de textiles que se puedan utilizar, lo más importante si es una práctica que se pueda utilizar en el día a día en las construcciones para poder ayudar a la ingeniería civil.

La investigación se dará desde estudios en años 1980 en adelante donde se den conocimientos en el concreto reforzado hasta años de actualidad 2023 donde se dé la

combinación de textiles en el concreto reforzado, terminando en años actuales donde se dará los últimos avances en estos temas.

1.1.2 Justificación

La importancia de saber sobre temas del concreto reforzado en la Ingeniería Civil es muy relevante ya que es un material que se utiliza prácticamente siempre en construcciones, a medida del paso de los años, se viene mejorando la calidad de los materiales, su aplicación en el campo, a partir de este motivo la ciencia también toma un papel fundamental en la mejora de los materiales de construcción, realizando pruebas e investigaciones de cómo mejorar los materiales, incluso de cómo hacer que los materiales sean más buenos para el medio ambiente.

Gracias a estos estudios científicos de gran importancia se ha logrado mejorar y descubrir la utilización de textiles en la adherencia del concreto reforzado, una técnica que ayuda al concreto reforzado a resistir mayores deformaciones dándole más resistencia al impacto y a la fatiga, también ayuda a la flexión y el aumento a la tenacidad, es que su adherencia con el concreto reforzado hace que el concreto se adhiera más dando menos grietas o fisuras, de esta manera se ayuda a resistir las cargas dando más seguridad a los trabajos, los textiles puede ser de diferentes productos, esto nos da una gran variedad de opciones para elegir, también son productos que los podemos encontrar en diferentes partes por lo tanto no es complicado de conseguir para utilizarlos y los costos tampoco son tan elevados.

Gracias a estas investigaciones sobre el comportamiento de la adherencia de los textiles con el concreto reforzado podemos tener mayores oportunidades para realizar este procedimiento, poder tener más legislaciones y normativas que avalen y rijan la manera

adecuada de utilizar los textiles en concreto reforzado para tener mayor seguridad de las obras constructivas que estemos realizando.

1.1.3 Problema de investigación

Hoy en día no hay mucha información en temas de la adherencia del textil con concreto reforzado, por ende, se realiza la investigación para recolectar información valiosa que nos dé más características, diseños, ventajas, desventajas, utilización adecuada para la realización, de esta manera poder comprobar la utilización de los textiles con el concreto reforzado.

En la ingeniería civil se dan construcciones de gran magnitud que se le tiene que dar mucha seguridad en sus procesos de elaboración, por esta razón se realizan estudios buscando la mejora de los materiales y su aplicación, se ha logrado realizar estudios de la combinación de textiles con el concreto reforzado donde se ha demostrado que esta combinación da mejoría en muchas características.

De acuerdo con lo anterior, es notable que la ausencia de más estudios o investigaciones sobre el tema propuesto han evitado que se dé más la utilización de los textiles con la adherencia del concreto reforzado y que se establezcan normativas sobre su aplicación en proyectos constructivos para la ingeniería civil.

¿En qué aspectos tienen que mejorar el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado?

1.1.4 Estado del arte

Colque, Alejandro (2021) en una revista de investigación de ingeniería y sus alcances expresa que:

Los avances tecnológicos proponen nuevos avances en la rehabilitación de columnas estructurales, donde le incorporan textiles como un material de refuerzo para el concreto reforzado, propone agregar diferentes textiles al concreto reforzado entre ellos textiles de fibra de vidrio, textil de fibra de carbón y manta de carbono.

Después de varios análisis e investigaciones Colque determina que la mejor combinación es "concreto de grano fino con fibra de textil de vidrio o carbono", dado que incrementa la capacidad de carga y eleva la resistencia a fallas de pandeo, cortante, deformación y traslape, asimismo reduce los precios de obras.

Cevallos (2017) expresa lo siguiente:

En las construcciones siempre se trata de implementar técnicas para reforzar elementos estructurales que presentan problemas a la resistencia en el concreto o poca cantidad de acero de refuerzo, para evitar demoliciones innecesarias en las construcciones.

En la actualidad existen diferentes elementos para reforzar, una de las técnicas más utilizadas para reforzar se trata de la utilización de materiales compuestos FRP sus siglas en ingles "Fiber Reinforced Polymer composites", están elaborados con matrices poliméricas reforzadas con fibras, estos materiales presentan problemas a altas temperaturas y son conseguidos de manera que afecta el ambiente, posterior a estos proponen una nueva técnica de materiales compuestos FRCM "Fabric Reinforced Cementitious Matrix composite" está compuesta de una matriz cementicia reforzada con extractos de tejidos donde se podían extraer de maneras naturales. Se realiza una investigación utilizando tejidos de fibra de cabuya para mejorar la durabilidad del concreto.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Tabla 1: Objetivo General

Objetivo general

Investigar sobre el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado.

Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

1.2.2 Objetivos específicos

Tabla 2: Objetivos específicos

Objetivos específicos
1. Describir el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado. 2. Analizar los beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado. 3. Explicar el procedimiento para utilizar textiles con adherencia del concreto reforzado.

Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

1.3 Las variables o categorías de análisis

1.3.1 Las variables o categorías de análisis

Objetivos específicos: Describir el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado.

Categoría de análisis: Descripción del comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado.

Objetivos específicos: Analizar los beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado.

Categoría de análisis: Análisis de los beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado.

Objetivos específicos: Explicar el procedimiento para utilizar textiles con adherencia del concreto reforzado.

Categoría de análisis: Explicación del procedimiento para utilizar textiles con adherencia del concreto reforzado.

1.3.2 Matriz de la investigación

Tabla 3: Matriz de la investigación número 1

Categoría de análisis		
Descripción del comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado.		
Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Comportamiento de textiles: Las fibras textiles deben reunir las cualidades requeridas para así ser procesadas y convertidas en tejidos, para su utilización.	1. Buena calidad de textil. 2. Buena Elasticidad 3. Buena Resistencia	Compra de textiles de buena calidad. Causas a tener en cuenta en la aplicación de los textiles.
Adherencia del concreto reforzado: Se define como un material compuesto de cemento Portland, agregados (piedra y arena), agua y	1. Buena calidad de materiales, cemento, acero, textiles, arena. 2. Buen armado del acero.	Compra de buenos materiales Buena práctica de la colocación del concreto reforzado

fibras, las cuales son un elemento de refuerzo	3. Buena colocación en el sitio dándole buena vibración para que se siente bien el concreto.	Evitar errores frecuentes en malas técnicas de trabajo
Definición instrumental		
Libros, revistas informáticas, consultas a profesionales, encuestas, internet.		

Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

Tabla 4: Matriz de la investigación número 2

Categoría de análisis		
Análisis de los beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado.		
Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Beneficios y contras de la utilización de textiles: Son características de los textiles que pueden ser positivas o negativas para el uso que le queremos dar.	1. Costos del textil 2. Calidad del textil 3. Trabajabilidad del textil para su colocación	Recomendaciones sobre costos y calidad de los textiles. Causas a tener en cuenta en la aplicación de los textiles. Consecuencias de malas prácticas en su aplicación.
Adherencia del concreto reforzado:	1. Buena calidad de materiales,	Compra de buenos materiales

Se define como un material compuesto de cemento Portland, agregados (piedra y arena), agua y fibras, las cuales son un elemento de refuerzo	cemento, acero, textiles, arena. 2. Buen armado del acero. 3. Buena colocación en el sitio dándole buena vibración para que se siente bien el concreto.	Buena práctica de la colocación del concreto reforzado Evitar errores frecuentes en malas técnicas de trabajo
Definición instrumental		
Libros, revistas informáticas, consultas a profesionales, encuestas, internet.		

Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

Tabla 5: Matriz de la investigación número 3

Categoría de análisis		
Explicación del procedimiento para utilizar textiles con adherencia del concreto reforzado.		
Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores
Procedimiento para utilizar textiles: Pasos a seguir para el proceso de construcción del textil con la adherencia al concreto reforzado.	1. Buenas herramientas 2. Orden y aseo 3. Buena aplicación de los procedimientos.	Evitar errores frecuentes en malas técnicas de trabajo Consultar sobre las herramientas adecuadas para realizar dicho trabajo

Adherencia del concreto reforzado: Se define como un material compuesto de cemento Portland, agregados (piedra y arena), agua y fibras, las cuales son un elemento de refuerzo	1. Buena calidad de materiales, cemento, acero, textiles, arena. 2. Buen armado del acero. 3. Buena colocación en el sitio dándole buena vibración para que se siente bien el concreto.	Compra de buenos materiales Buena práctica de la colocación del concreto reforzado Evitar errores frecuentes en malas técnicas de trabajo
Definición instrumental		
Libros, revistas informáticas, consultas a profesionales, encuestas, internet.		

Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

1.4 Alcances

La trascendencia de esta investigación se desarrolla en aprender sobre la adherencia de los textiles con el concreto reforzado, aprendiendo sobre los veneficios y contras de su aplicación, la importancia de un concreto reforzado bien hecho y del como combinar los textiles con el concreto reforzado.

Se tiene como meta aprender sobre el procedimiento y comportamiento de su aplicación, investigar sobre los diferentes textiles que se puedan utilizar, logrando discernir cuales textiles son más recomendados de utilizar para diferentes casos de aplicación en la ingeniería civil en Costa Rica.

1.5 Formulación de la hipótesis de la investigación

Hipótesis de la investigación:

Mejorará el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado.

Capítulo 2: Marco teórico

A continuación, se desarrollará una investigación donde se abarcará temas del estado del conocimiento, para aclarar más los aspectos teóricos relacionados con el tema de la investigación, posteriormente se procederá con el estado de la cuestión, donde se analizará la utilización del tema investigado en la sociedad donde se verá su aplicación en el campo constructivo.

2.1 Estado del conocimiento

2.1.1 Definición de conceptos

2.1.1.1 Cemento: Según la Real Academia Española (2022) “Se define como mezcla formada de arcilla y materiales calcáreos, sometida a cocción, muy finamente molida, que mezclada a su vez con agua se solidifica y endurece”.

2.1.1.2 Agregado: Según Concretos Supermix (2022) dice "Los agregados son un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados. Pueden tener tamaños que van desde partículas casi invisibles hasta pedazos de piedra, junto con el agua y el cemento, conforman el trío de ingredientes necesarios para la fabricación de concreto".

2.1.1.3 Agregado Fino: Según Concretos Supermix (2022) dice "Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Provendrá de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas. El porcentaje de arena triturada no podrá constituir más del 30% del agregado fino".

2.1.1.4 Agregado Grueso: Según Concretos Supermix (2022) dice "Se denomina agregado grueso a la porción del agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Dicho agregado deberá de proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas: sus fragmentos deben de ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar la calidad de la mezcla de concreto".

2.1.1.5 Concreto: Según Sánchez (2001) dice que "El concreto o hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (cemento portland hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente adictivos, que al endurecerse se compacta (piedra compacta) y después de cierto tiempo es capaz de soportar grandes esfuerzos de compresión".

2.1.1.6 Concreto reforzado: Según Lamus (2015) dice que "El concreto reforzado es un material compuesto en el cual se emplean barras de acero u otro material resistente a la tracción en una matriz de concreto simple".

2.1.2 Agua en el proceso de construcción

Según Barbosa (2015) nos expresa la importancia del agua para la utilización en las etapas constructivas:

2.1.2.1 Agua

El agua puede definirse como aquel componente del concreto que permite al cemento experimentar reacciones químicas que le otorgan la propiedad de fraguar y endurecer para conformar un elemento único con los agregados para ello es importante diferenciar el agua del mezclado y el agua del curado (Barbosa, 2015, p.36).

2.1.2.2 Agua del mezclado

El agua del mezclado se define como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que ocupa el cemento para producir una pasta eficientemente hidratada, con una fluides que permita una lubricación e integración de los agregados cuando la mezcla se encuentre en estado líquido-plástico (Barbosa, 2015, p.36).

La mezcla de cemento y agua va adquiriendo una nueva estructura conforme se produce la hidratación del cemento. Esta nueva estructura se produce conforme a la formación del llamado gel de cemento y la nueva distribución del agua dentro de la pasta cementicia. Es una porción de pasta hidratada, el agua puede encontrarse de dos formas: agua de hidratación (agua no evaporable y agua evaporable). (Barbosa, 2015, p.37).

2.1.2.3 Agua de Hidratación

“Es la porción de agua original del mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase solida del gel del cemento” (Barbosa, 2015, p.37).

2.1.2.4 Agua de evaporación

“El agua restante que existe en la pasta es agua que puede evaporarse, pero no se encuentra libre en su totalidad. El agua evaporable puede estar en tres condiciones distintas, de acuerdo con su proximidad a la superficie del gel” (Barbosa, 2015, p.37).

2.1.2.4.1 Agua de absorción: “Es una capa molecular de agua que se halla fuertemente atraída por el gel del cemento por fuerzas de atracción intermoleculares. Es también llamada “Agua Activa” por su influencia en el comportamiento del concreto bajo carga” (Barbosa, 2015, p.38).

2.1.2.4.2 Agua capilar: “Es el agua que ocupa los cuerpos capilares de la pasta. Parte de ella está sujeta (aunque débilmente) a las influencias de las fuerzas de atracción de la superficie del gel” (Barbosa, 2015, p.38).

2.1.2.4.3 Agua libre: “Es el agua que se encuentra fuera de la influencia de las fuerzas de atracción de la superficie del gel de cemento, de tal manera que tiene completa movilidad y puede evaporarse con facilidad” (Barbosa, 2015, p.39).

2.1.2.5 Agua de curado

Curado puede definirse como el grupo de condiciones necesarias para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que todo el cemento se hidrate y el concreto pueda alcanzare las características potenciales deseadas.

De acuerdo con lo anterior el agua de curado se refiere al agua adicional para hidratar eficientemente el cemento. Esta adición de agua depende de la humedad del ambiente y de la evaporación del agua. (Barbosa, 2015, p.39).

2.1.3 Historia de los textiles

Según la Universidad de Burgos (2021) dice lo siguiente:

Un textil es aquel material capaz de reducirse a hilos y ser tejido. El textil no solo ha influido en el ser humano por sus características como material, sino también por la singularidad y relevancia de las técnicas vinculadas al mismo.

De hecho, el hilado no responde al descubrimiento de un material o su obtención, sino a la creación de técnicas y a la acumulación de conocimientos y avances tecnológicos desarrollados durante miles de años para producir tejidos (Universidad de Burgos, 2021).

2.1.4 El textil: Composición, características y tipos

Según la Universidad de Burgos (2021) dice lo siguiente:

2.1.4.1 Fibras naturales

Aquellas que proceden de la naturaleza y son transformadas tal cual. Son fibras vegetales de hoja, fruto, cortezas, tallos, semillas o flores. Algunas de las más conocidas son la flor del algodón o el tallo del lino. También las hay de origen animal, como la seda, la lana o la fibra de alpaca, extraídas del capullo del gusano de la morera, la oveja y la llama respectivamente. Existen materiales textiles que se extraen de las piedras, como el lurex y el asbesto (Universidad de Burgos, 2021).

2.1.4.2 Fibras artificiales

Proceden de la naturaleza, pero son procesadas con químicos para alterar su composición y mejorar sus características. Las primeras fibras artificiales fueron desarrolladas por Hilaire de Chardonnet, que inventó la seda artificial o chardonnet en 1884. Las fibras artificiales se clasifican según la materia prima de la que se extraen: celulósicas, procedentes de la madera y habitualmente englobadas dentro del grupo del rayón; proteicas, de origen animal y vegetal; y algínicas, a partir de algas (Universidad de Burgos, 2021).

2.1.4.3 Fibras sintéticas

Creadas en laboratorios a partir de elementos no naturales tratados químicamente, como polímeros plásticos o extraídos de materias inorgánicas, como el carbón y el hidrógeno. Entre los tejidos creados con este tipo de fibras destacan el nylon-poliamida, el poliéster, los acrílicos, los elastómeros como la Lycra, el Dry Fit y las fibras inteligentes (Universidad de Burgos, 2021).

Con los hilos resultantes del tratamiento de las fibras se realizan tejidos. Según su grosor, se dividen en dos grandes tipos:

2.1.4.4 Tejidos planos

Elaborados por dos series de hilos y realizados en telares, entretejiendo una trama de hilo continúo de forma perpendicular entre los hilos verticales de una urdimbre, que sirven de guía. Según la forma en la que se crucen estos hilos de trama y urdimbre las telas pueden dar lugar a técnicas estilísticas como el Tafetán, el Oxford, el Satín o el Sarga (Universidad de Burgos, 2021).

2.1.4.5 Tejidos de punto

"Se tejen creando una malla, como la calcetería, creando un textil más grueso. Los más conocidos son el tejido Lacoste, el Piqué y el Jersey, también llamado franela" (Universidad de Burgos, 2021).

2.1.5 ¿Qué es la Arquitectura Textil?

Según la escuela online Structuralia (2022) dice lo siguiente:

"La arquitectura textil es toda solución arquitectónica que utiliza como material principal la tela, tanto en la definición como en la envoltura de espacios habitables"

2.1.6 Cualidades de la Arquitectura Textil

Según Proyectos en lonas (2021) dice lo siguiente:

2.1.6.1 Formalidad: "Las soluciones que ofrece este método aportan resultados creativos haciendo que los espacios tengan una apariencia no convencional, pero con un estilo muy formal".

2.1.6.2 Ligereza: "Los materiales con los que se construye son livianos y flexibles, por lo que el resultado final es una estructura ligera que brinda protección contra la lluvia y los rayos solares sin tener que recurrir a construcciones tradicionales pesadas como con el concreto".

2.1.6.3 Luminosidad: "Estas estructuras permiten aprovechar la luz natural del ambiente, por lo que no es necesario utilizar iluminación artificial durante el día, lo cual significa un importante ahorro en recursos energéticos".

2.1.6.4 Captación de energía: "El uso de algunas membranas permitirá el paso de la radiación solar para que penetre en el interior y el calor sea absorbido y almacenado, de esta manera contribuirá a regular la temperatura del ambiente."

2.1.6.5 Ajuste: **C**ada uno de los materiales con los que se trabaja tiene sus propias ventajas y beneficios, por lo que estas estructuras se ajustan a cada uno de los requerimientos logrando crear una condición de confort al interior. Incluso si las necesidades de la construcción cambian con el tiempo hay posibilidad de modificarse.

2.1.6.6 Sustentabilidad: "Los materiales y el mismo proceso de colocación no ocasionan daños al medio ambiente y pueden adecuarse al contexto ambiental de cada espacio para coexistir con él."

2.1.7 Características del concreto reforzado con textil.

"El concreto reforzado a la tracción produce estructuras que son inherentemente delgadas y maleables. Tiene la capacidad de retener la alta resistencia a la tracción del hormigón" (Industrysurfer, s.f.).

La malla textil utilizada para el refuerzo debe estar lo suficientemente abierta para permitir el paso del concreto durante el proceso de vertido del concreto. La colocación de las barras de refuerzo también juega un papel importante al darle al concreto su máxima resistencia (Industrysurfer, s.f.).

"El material TRC utilizado debe tener un alto alargamiento antes de la rotura, alta resistencia a la tracción y un módulo más alto que la matriz de concreto circundante" (Industrysurfer, s.f.).

2.1.7.1 Estructura y composición del concreto reforzado con textiles

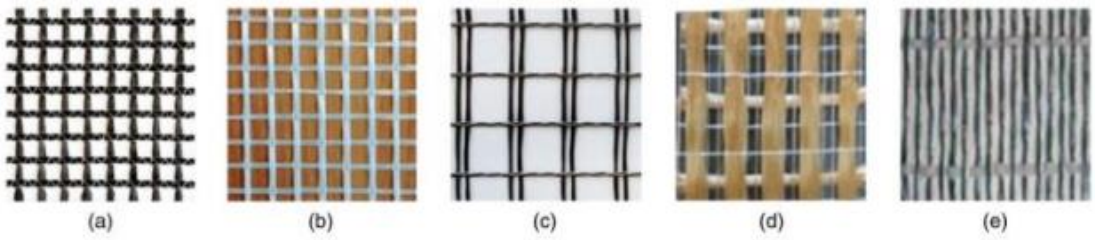
El concreto reforzado con textil consiste en fibras fibrosas de alta resistencia, tiene una configuración de malla abierta que contiene una matriz inorgánica como cemento o mortero a base de cal hidráulica. El material compuesto adopta una matriz de concreto fino y material de fibra de alto rendimiento. Algunos de los materiales de tela superior utilizados para TRC son vidrio resistente a los álcalis (AR) o basalto (Industrysurfer, s.f.).

El refuerzo de malla de fibra para concreto consiste en mechas de fibra dispuestas en dos o más direcciones. Estas mechas de fibra están separadas para formar una malla. Estas perforaciones entre las mechas de fibra permiten un enclavamiento mecánico entre la matriz de hormigón y el refuerzo. Estos textiles están recubiertos (Industrysurfer, s.f.).

Los refuerzos textiles revestidos mejoran la estabilidad y el enclavamiento mecánico de los refuerzos textiles con la matriz. Los textiles revestidos son rígidos como las telas de acero, pero no se pueden usar para formas complejas (Industrysurfer, s.f.).

2.1.7.2 Fibras utilizadas en sistemas de hormigón reforzado con fibras

Figura 1: Fibras utilizadas en sistemas de hormigón reforzado con fibras



Textile fiber reinforcements: (a) carbon fiber textile; (b) glass fiber textile; (c) basalt fiber textile; (d) polyphenylene bezobisoxazole (PBO) fiber textile; and (e) steel fiber textile.

Fuente: (Industrysurfer, s.f.).

Las fibras de la tela se adhieren al mortero y proporcionan una buena adherencia. El mortero o mezcla de concreto utilizado para TRC debe tener suficiente plasticidad, baja viscosidad, buena trabajabilidad y suficiente resistencia al corte para lograr esta unión. Por lo tanto, las matrices basadas principalmente en cemento son las más utilizadas para los sistemas TRC. (Industrysurfer, s.f.).

2.1.7.3 Fabricación de hormigón reforzado con fibra.

Los principales factores que afectan la producción de concreto reforzado con fibras son:

- Calidad de la mezcla de concreto
- Interacción de textiles y hormigón.
- Uso de fibra textil
- Disposición de fibras fibrosas en hormigón.

Fuente: (Industrysurfer, s.f.).

Los tamaños de partículas de los diversos componentes del concreto utilizados en los TRC deben seleccionarse cuidadosamente. Las mezclas de concreto más gruesas no pasarán a través del refuerzo de fibra (Industrysurfer, s.f.).

Se recomienda utilizar concreto fresco para la fabricación de TRC. El uso de aditivos químicos facilita que las fibras fibrosas se adhieran al concreto. Los refuerzos textiles se incrustan en el concreto por métodos manuales o mecánicos. Se coloca el concreto en la dirección del esfuerzo de tracción principal. Esto asegura una alta eficacia en estructuras de concreto. El proceso de fabricación de TRC varía desde métodos tradicionales hasta métodos de pultrusión (Industrysurfer, s.f.).

Fundición

De este modo:

- Se construyó el encofrado
- El refuerzo textil está preinstalado en el encofrado
- El encofrado está preparado para verter concreto.
- Vierta y endurezca el concreto
- Se retira el encofrado para revelar la estructura.

Fuente: (Industrysurfer, s.f.).

Laminación

De este modo:

- El encofrado está construido para acomodar concreto y textiles.
- El concreto se distribuye uniformemente sobre el encofrado.
- Se colocan refuerzos textiles
- Vertido de concreto sobre refuerzo de fibra
- El concreto se presiona en el espacio textil mediante rodillos.

Pultrusión

En este método, el textil se presiona en una cámara de infiltración de lodos. El textil cubre el concreto y se incrusta en el concreto. Luego se usa un rodillo para presionar el concreto en el textil. Utilice rodillos con diferentes especificaciones para obtener la forma y el tamaño de concreto deseados (Industrysurfer, s.f.).

2.1.7 4 Aplicaciones del Concreto Reforzado con Fibra (TRC)

Las aplicaciones importantes de TRC son:

- Construcción de puentes, postes y protecciones viales con hormigón armado de Kevlar o yute para resistir golpes y vibraciones bruscos.
- TRC se puede utilizar para reforzar y reparar estructuras existentes.
- Debido a su resistencia a la corrosión, el TRC se utiliza como capa protectora en estructuras más antiguas y elementos reacondicionados.
- Los TRC de fibra de carbono son útiles para la calefacción de edificios. La fibra de carbono es inherentemente conductora.

Fuente: (Industrysurfer, s.f.).

2.1.8 Ventajas y desventajas del uso de textiles con concreto reforzado

Según Amaya (2019) expresa las siguientes ventajas y desventajas de la aplicación de textiles con el concreto reforzado:

2.1.8.1 Ventajas

- Mejoran la tenacidad del concreto.
- Fácil de usar y puede ser adicionada a la mezcla de concreto en cualquier momento antes de la colocación.
- Reducen costos y tiempo de aplicación, si se compara con la malla electrosoldada.
- Disipación de energía a comparación de la malla electrosoldada.
- Reducen el fisuramiento del concreto causado por retracción plástica.
- Reducen la segregación y la exudación.
- Capacidad de refuerzo igual o superior a las mallas electrosoldadas.
- En el caso de las fibras de vidrio y sintéticas son químicamente inertes, resistes a álcalis y áridos.
- Aumentan significativamente la resistencia al impacto.

- Trabajan tridimensionalmente en el concreto, reduciendo las tensiones y esfuerzos por dilataciones térmicas.

Fuente: (Amaya, 2019, p.34, p.35).

2.1.8.2 Desventajas

- Reducen el asentamiento en el ensayo de cono, donde depende directamente de la cantidad y composición de la fibra.
- En el estado fresco, el mezclado se torna más dificultoso y se puede incorporar cierta cantidad de aire.

Fuente: (Amaya, 2019, p.35).

2.2 Estado de la cuestión

2.2.1 Análisis de propiedades mecánicas del concreto hidráulico con fibras textiles de llantas recicladas en San Pedro Sula, 2019.

Según Santos (2019) expresa lo siguiente:

En honduras realizaron una investigación donde analizan el comportamiento de fibras de textil de llantas recicladas para utilizar con el concreto reforzado, Se establecieron cuatro hipótesis de investigación y nulas que comparan las resistencias obtenidas de una mezcla con FTLR contra un concreto convencional. (Santos, 2019, p.1).

Para esto, se realizaron 18 cilindros y 12 vigas de concreto como muestra de estudio, midiendo la resistencia a la compresión y módulo de ruptura contra un concreto convencional sin fibra y utilizando las instalaciones, equipo y materiales del laboratorio de Lazarus y Lazarus, a los 28 días de edad la mezclas con 0.90 y 1.20 kg/m3 de FTLR generaron un incremento en el módulo de ruptura contra el concreto convencional. Siendo estos resultados de 399 y 393 PSI contra los

389 PSI, respectivamente. Por lo que se recomienda utilizarlas en estructuras sometidos a flexión. (Santos, 2019, p.84).

Dicha investigación nos ayuda a ver que se pueden utilizar materiales reciclados para temas constructivos, ayudando al medio ambiente, así mismo podemos reducir costos de obra, sin tener que afectar la resistencia y calidad del concreto.

2.2.2 Concreto reforzado con fibras de textil en México.

Santillán (2020) explica la utilización de fibras de textil utilizadas en México donde da una explicación amplia de diferentes procesos empleados en México.

Grandes obras como la línea 12 del Metro de la Ciudad de México o el Túnel Emisor Oriente y el Túnel Emisor Poniente II (proyectos hidráulicos de la Comisión Nacional del Agua) han empleado en su construcción el uso de concreto reforzado con fibras y de concreto lanzado reforzado con fibras (Santillán 2020).

Este tipo de concretos se utilizan principalmente en la construcción de túneles y obras subterráneas en nuestro país, así como en pisos industriales, sostenimiento de taludes, elementos prefabricados y revestimiento de túneles. En México, el Instituto de Ingeniería de la UNAM es pionero en su estudio (Santillán 2020).

"Al incorporar la fibra como un componente adicional del concreto, se puede colocar el concreto y refuerzo al mismo tiempo. En este sentido, se pueden lograr ahorros en tiempo de preparación y colocación del concreto, así como en el costo final", explica el doctor Carlos Aire Untiveros del II-UNAM (Santillán 2020).

Las fibras en la industria de la construcción aportan distintos beneficios, entre los que destacan el control de las fisuras, la resistencia al impacto, al fuego, a la flexión y aumento de la tenacidad, entre otros (Santillán 2020).

2.2.2.1 Eficiencia comprobada

Las fibras se incorporan directamente en la olla de concreto, como un elemento más de la mezcla y siguiendo las recomendaciones de secuencia y tiempos de mezclado, según el tipo de fibra empleada. Al distribuirse de forma aleatoria en la matriz de concreto, propician un puente a través de las grietas que se pueden presentar en el concreto cuando aún está fresco, y cuando endurece proporcionan mayor ductilidad en el post-agrietamiento (Santillán 2020).

Así, las fibras pueden proporcionar al concreto la ductilidad necesaria para absorber gran cantidad de energía antes de la falla, sin embargo, también mejora otras propiedades, como la resistencia a la propagación de grietas, la resistencia residual post-agrietamiento, su capacidad de resistir gran deformación, la resistencia a tracción, la flexión y el impacto (Santillán 2020).

2.2.2.2 Pruebas de laboratorio

A diferencia del concreto convencional (sin fibras), en el cual se evalúa la resistencia a compresión, en el caso del concreto reforzado con fibras determinar esta propiedad no es suficiente para evaluar su desempeño, explica el doctor Carlos Aire. En este caso, se debe determinar la capacidad residual del concreto y determinar la resistencia residual y la absorción de energía. Para determinar esto se han desarrollado distintas pruebas de laboratorio (Santillán 2020).

- Ensayo de vigas: se usa principalmente para aplicaciones de pisos industriales, en general en pavimentos, y sirve para calcular la resistencia residual. Hay de dos tipos: el ensayo de cuatro puntos y el ensayo de tres puntos. Ambos, se emplean para determinar la resistencia residual para varios valores de desplazamiento especificados en cada método. La viga del

ensayo de tres puntos tiene una ranura en la parte inferior para inducir la grieta durante el ensayo (Santillán 2020).

- Ensayo tipo panel: son de dos tipos de sección, el circular y el cuadrado. El primero consiste en tres pivotes dispuestos simétricamente sobre un anillo circular de acero, sobre el cual se coloca el panel y se aplica una carga puntual sobre el centro del panel. El segundo, se apoya en un marco de acero cuadrado y la carga se aplica igualmente al centro del panel a través de una placa de acero que se coloca en la parte superior. Ambos sirven para determinar la absorción de energía para valores de desplazamiento especificados en cada método (Santillán 2020).
- Ensayo Barcelona, que requiere de un cilindro de concreto de 15 cm de diámetro y de 15 cm de altura, el cual es sometido a doble punzonamiento por dos discos cilíndricos de acero dispuestos arriba y abajo del de concreto. Con este ensayo se espera valorar resistencia máxima residual y la absorción de energía (Santillán 2020).

El Instituto de Ingeniería ha liderado estas investigaciones desde 2005. El doctor Carlos Aire comparte que durante estos años han realizado una intensa investigación, tanto en laboratorio como en campo, lo que les ha permitido el desarrollo e implementación de todos los ensayos característicos para el concreto reforzado con fibras, además de proponer nuevas normas NMX ONNCCE para concreto reforzado con fibras, actualmente vigentes (Santillán 2020).

2.2.3 Estructuras de hormigón con armadura textil

Según Schanack (2009) explica los siguientes aportes del textil.

Para la armadura del hormigón textil se utilizan principalmente dos diferentes tipos de fibras: las fibras de vidrio y las fibras de carbono. De estas dos, las fibras de vidrio son actualmente las más comúnmente utilizadas. Ya que en el hormigón se encuentra un ambiente alcalino, el

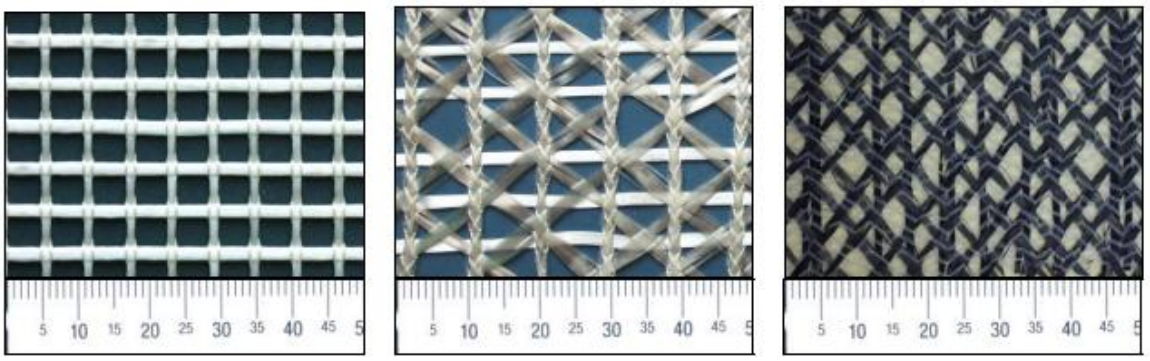
material del vidrio tiene que ser álcali resistente, como el virio de circonio sodio (ZR-NA), que no muestra corrosión. La producción de las fibras de vidrio se realiza mediante el método de tirado de fibras, en el cual vidrio fundido es tirado a gran velocidad a través de agujeros de unos pocos milímetros de diámetro. Con velocidades de tirado entre 30 a 50 m/s se produce un "cuello de botella", donde se reduce el diámetro del vidrio a 12 hasta 25 micrones (Schanack, 2009, p.1).

2.2.3.1 El textil

Los rovings se utilizan para producir tejidos bi- o multiaxiales. En los tejidos los diferentes rovings no se tejen, sino que se colocan una capa sobre la otra, cada una con otra dirección de rovings paralelos. La conexión entre las diferentes capas se realiza mediante cosido con hilo convencional. De esta manera los rovings quedan rectos y pueden ser solicitados directamente por esfuerzos axiales (Schanack, 2009, p.4).

La distancia entre ejes de los rovings depende del diámetro de los rovings utilizados y del tamaño máximo de los áridos. Habitualmente la malla tiene agujeros con un tamaño mínimo igual a tres veces el diámetro de la fibra o del árido. De tal manera que la distancia entre ejes de los rovings es de 5 a 20 mm (Schanack, 2009, p.4).

Figura 2: Armadura textil biaxial de fibras de vidrio, armadura textil multiaxial de fibras de vidrio, armadura textil triaxial de fibras de carbono



De izquierda a derecha: armadura textil biaxial de fibras de vidrio, armadura textil multiaxial de fibras de vidrio, armadura textil triaxial de fibras de carbono (Schanack, 2009, p.4).

Para este proceso se pueden utilizar las máquinas textiles industriales convencionales con cierto ajuste a los requerimientos especiales de los rovings de fibras de vidrio o carbono (Schanack, 2009, p.4).

2.2.3.2 Producción

Existen tres métodos aprobados para la producción de elementos de hormigón reforzado con textiles (Schanack, 2009, p.5).

Aplicación del hormigón en capas y laminación de la armadura.

Proyección del hormigón y laminación de la armadura.

Método de envuelto.

Con todos estos métodos se fabrican elementos con espesores entre 10 y 30 mm, como máximo 50 mm. Además, sería posible fabricar elementos de hormigón textil mediante proceso de inyección. Este último proceso requiere la fabricación de encofrados con doble cara con medidas especiales para la fijación de la armadura. Se estima que el mayor costo de estos encofrados sólo se justifica con la reutilización para grandes números de piezas (Schanack, 2009, p.5).

2.2.3.3 Aplicación del hormigón en capas y laminación de la armadura

El método tecnológicamente menos complejo es la aplicación del hormigón en capas y la posterior o simultánea laminación de la armadura. El hormigón fresco sirve al mismo tiempo como pegamento de la armadura al encofrado y como capa intermedia entre las diferentes capas de armadura textil. (Schanack, 2009, p.5).

Se aplica una capa de hormigón de entre 1 a 5 mm de espesor, se lamina la armadura con presión leve y se aplica la siguiente capa de hormigón. Una compactación mecánica del hormigón llevaría el riesgo del daño de las fibras de la armadura, por lo cual la mezcla del hormigón tiene que ser ajustada de tal manera que una compactación mecánica es prescindible (Schanack, 2009, p.1).

Figura 3: Proceso de laminación de una placa de hormigón textil



Proceso de laminación de una placa de hormigón textil (Schanack, 2009, p.5).

2.2.3.4 Proyección del hormigón y laminación de la armadura

Este método es muy parecido al anterior, pero tiene la ventaja de una mayor comodidad de la aplicación del hormigón, lo que mejora la calidad del producto. El hormigón se proyecta encima

del encofrado o del elemento a reforzar. La presión y velocidad de proyección es mucho menor que en el proceso de proyección de hormigón convencional. Normalmente no se rebota material ni se crea neblina (Schanack, 2009, p.6).

2.2.3.5 Método de envuelto

Este método es especialmente apropiado para la prefabricación de elementos estructurales de hormigón textil. El proceso requiere el diseño de una máquina procesadora hecha a medida para cada tipo de elemento. La desventaja del mayor costo inicial se recompensa por la mayor velocidad de producción y la uniformidad de la calidad de cada pieza (Schanack, 2009, p.6).

Como encofrado perdido sirve un tubo de plástico de 4 a 6 mm de espesor de pared. En un primer paso se conecta el comienzo de la armadura textil con el tubo de plástico mediante soldadura o pegamento. Después comienza el proceso de envolver el tubo con una delgada lámina de armadura textil y hormigón fresco. El número de capas es teóricamente ilimitado, pero suele estar entre 4 y 8. Para la compactación de las láminas y para el control del espesor de las capas se presionan las nuevas capas contra las anteriores (Schanack, 2009, p.6).

Figura 4: Fases de producción de un tubo de hormigón textil con el método de envuelto



Fases de producción de un tubo de hormigón textil con el método de envuelto (Schanack, 2009, p.7).

Una vez terminado el proceso de envuelto se recomienda realizar un fraguado rápido mediante un tratamiento térmico. Para evitar la aparición de fisuración por retracción, los tubos terminados se almacenan en agua durante el periodo de fraguado (Schanack, 2009, p.7).

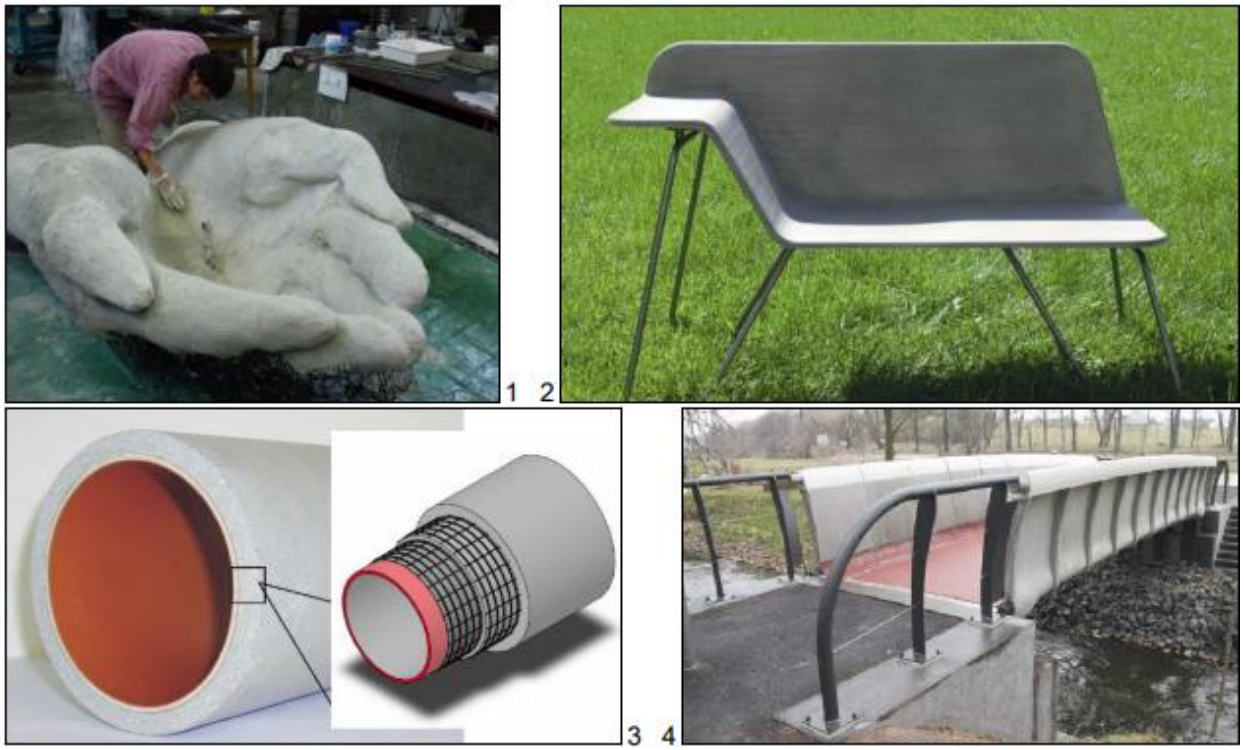
2.2.3.6 Aplicación

La gama de aplicación del hormigón textil es muy amplia y varía desde obras civiles y muebles hasta esculturas artísticas. Las aplicaciones más interesantes en el ámbito de la ingeniería civil en obras civiles parecen ser, por un lado, la construcción nueva de elementos de fachada, puentes, cubiertas, tubos de hormigón o la utilización como encofrados perdidos. Por otro lado, se recomienda la aplicación en la rehabilitación y el refuerzo de estructuras existentes

de hormigón armado y hormigón pretensado como por ejemplo losas, cáscaras y vigas (Schanack, 2009, p.7).

La mayor diferencia entre el diseño con hormigón armado convencional y el hormigón textil es la limitación de dimensiones. Debido a los espesores pequeños de los elementos de hormigón textil, sus dimensiones máximas vienen definidas por la limitación de deformación. Habitualmente las losas de hormigón textil miden, entre atiesadores, no más que 100 cm aproximadamente, lo que exige un cambio en la concepción de estructuras (Schanack, 2009, p.7).

Figura 5: Esculturas hechas con textiles



1: Escultura “The Gift of Water” de Jacki Brookner, Nueva York [Butler 2008], 2: Mueble de Frank Zeitler. 3: Tubo de presión. 4: Pasarela de segmentos de hormigón textil (Schanack, 2009, p.8).

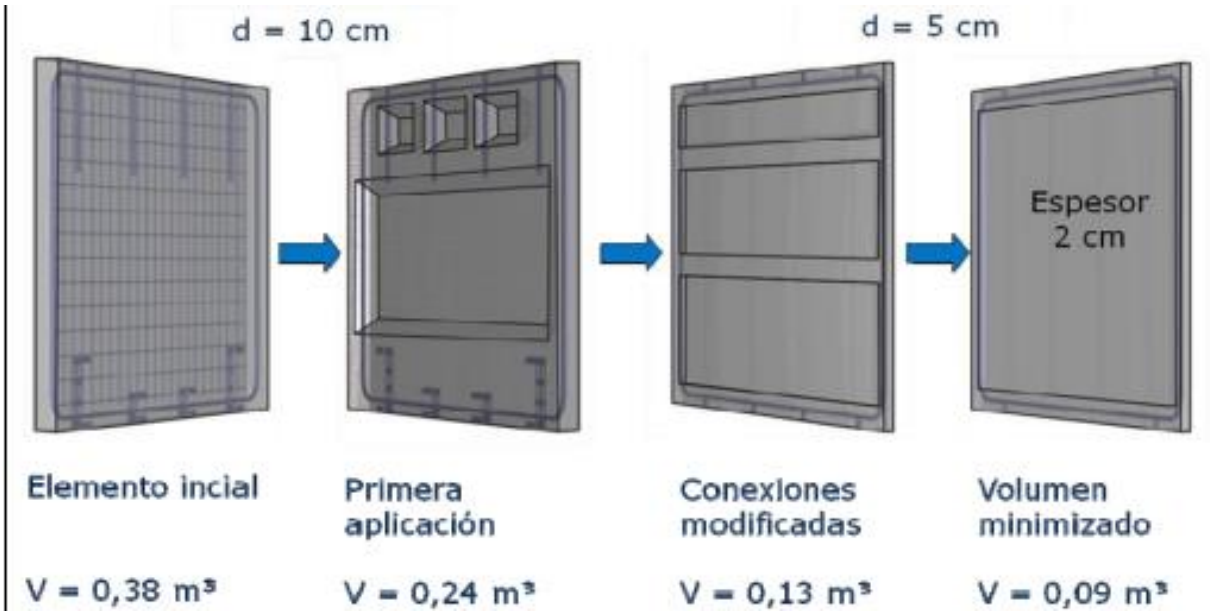
2.2.3.7 Elementos de fachada

La utilización de elementos de fachada de hormigón armado, popular en los años 60 y 70 del siglo pasado, perdió su importancia en la edificación, a pesar de su coste relativamente bajo. Las razones principales son los problemas de corrosión de la armadura de acero, lo que exige espesores mínimos de 80 mm, y el aspecto visual masivo que limita las posibilidades arquitectónicas (Schanack, 2009, p.8).

El peso elevado de los elementos además exige sistemas de anclaje complejos de acero inoxidable. Estos problemas se pueden superar con la utilización del hormigón textil. La armadura anticorrosiva permite espesores por debajo de 30 mm. El tamaño máximo muy reducido de los áridos del hormigón (1 a 2 mm) permite superficies lisas con estructuraciones exactas que conducen a un nuevo aspecto visual de la fachada (Schanack, 2009, p.8).

En Alemania se desarrollaron elementos de fachada estandarizados para su uso en la edificación. Estos elementos fueron debidamente ensayados para su normalización y 9 pueden ser aplicados en la construcción en Alemania. La producción de estos elementos se realiza mediante el método de la aplicación del hormigón en capas y la laminación de la armadura (Schanack, 2009, p.9).

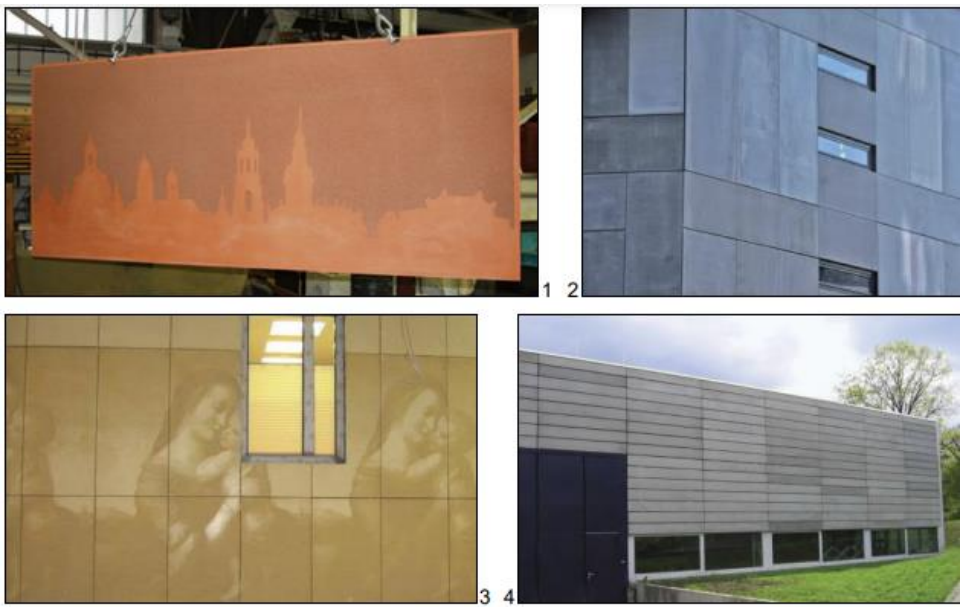
Figura 6: Fases de desarrollo del elemento de fachada



Fases de desarrollo del elemento de fachada (Schanack, 2009, p.9).

Otros tipos de elementos con dimensiones desde 0,72 m2 hasta 6 m2 fueron desarrollados por la Escuela Técnica Superior de Aachen, Alemania (Schanack, 2009, p.9).

Figura 7: Elementos con textiles



1: Elemento “aqua stop” (hormigón textil con pigmentos de color y estructuración de la superficie) (Butler 2006), 2: Fachada de elementos de grandes dimensiones. 3: Elementos

betoShell de foto-hormigón, Hospital, Hamburgo. 4: Fachada de un laboratorio (Schanack, 2009, p.9).

2.2.3.8 Puentes

En Alemania se han construido dos pasarelas de hormigón con armadura textil. Ambas se componen de varios segmentos que se conectan longitudinalmente mediante unos cables de postensado. La primera fue construida para la feria federal de jardines de Alemania en Oschatz (Schanack, 2009, p.10).

Tiene una luz de cálculo de 8,6 m, un ancho útil de 2,50 m y un peso total del tablero de 5000 kg. El espesor de las paredes es de 3 cm. Un total de 10 segmentos se juntaron con un postensado céntrico que evita la abertura de las juntas. La segunda pasarela fue construida en la ciudad de Kempten, tiene una luz de aproximadamente 18 m y se compone de 18 segmentos (Schanack, 2009, p.10).

Figura 8: Instalación de pasarelas de hormigón con armadura textil



Instalación de pasarelas de hormigón con armadura textil (Schanack, 2009, p.10).

La producción de los segmentos del tablero se realizó mediante el método de la proyección de hormigón y la laminación de la armadura textil, las diferentes capas de hormigón y armadura textil se aplicaron sobre un molde en condiciones de fábrica (Schanack, 2009, p.11).

Figura 9: Fabricación de los segmentos de la pasarela de hormigón con armadura textil



Fabricación de los segmentos de la pasarela de hormigón con armadura textil (Schanack, 2009, p.11).

2.2.3.9 Rehabilitación y refuerzo

En el área de la rehabilitación y del refuerzo de estructuras de hormigón armado se conocen métodos como el hormigón in situ, el hormigón proyectado con armadura de acero, refuerzos de acero estructural, láminas de plástico reforzado con fibras de vidrio y/o carbono, etc.. El hormigón textil añade a estos métodos una posibilidad más, que puede ser empleada ventajosamente bajo ciertas circunstancias (Schanack, 2009, p.11).

Figura 10: Refuerzo de una losa, refuerzo de una lámina hiperbólica



A la izquierda: Refuerzo de una losa. A la derecha: Refuerzo de una lámina hiperbólica (Schanack, 2009, p.11).

2.3 Marco legal

2.3.1 Especificaciones técnicas

2.3.1.1Código Sísmico de Costa Rica

Dentro de las especificaciones técnicas utilizadas en el país, el Código Sísmico de Costa Rica 2010, es de acotación obligatoria y es usado como parámetro mínimo para garantizar la seguridad de las edificaciones (Román, 2019, p.5).

El código sísmico recoge, sintetiza y ordena conjuntos de normas y prácticas del diseño sismo-resistente, producto del conocimiento científico, la praxis tecnológica, la experiencia de terremotos pasados y el sentido común, que orientan y guían al profesional responsable en procura de que las edificaciones y otras obras civiles que se diseñen y construyan de acuerdo con sus lineamientos, garanticen la vida de sus ocupantes, mantengan su integridad estructural y protejan los bienes que en ellas se alberguen, conforme a objetivos de desempeño previamente definidos (Román, 2019, p.5).

2.3.1.2 Normas American Society of Testing Materials (ASTM)

Dentro de las normas usadas en el país se encuentra la ASTM la cual estandariza los procedimientos de pruebas de laboratorio. Se utilizaron las versiones más recientes de cada versión (Román, 2019, p.5).

2.3.1.3 PROCORE

Procore Technologies, Inc., ayuda a las empresas a aumentar drásticamente la eficiencia y la responsabilidad de los proyectos, mediante la optimización y la movilización de la comunicación y la documentación de los proyectos, lo que en última instancia aumenta las ganancias (Román, 2019, p.5).

Procore permite colaborar en proyectos desde cualquier dispositivo conectado a Internet, con acceso a todos los documentos, contratos, solicitudes de práctica para obtener resultados confiables y lograr la estandarización del mismo. Esta norma presenta el procedimiento para preparar y curar especímenes cilíndricos de muestras representativas de concreto fresco para un proyecto de construcción (Román, 2019, p.5).

2.3.1.4 American Concrete Institute (ACI)

El ACI por sus siglas en inglés, es una entidad que busca el desarrollo, la difusión y la adopción de sus estándares basados en el consenso, recursos técnicos, programas y capacitaciones referentes al diseño, construcción y materiales de concreto. Es importante conocer los capítulos de ACI que son utilizados en cada construcción, de manera que se siga de la mejor manera estos parámetros. Dentro de las secciones utilizadas para este proyecto se encuentran las siguientes (Román, 2019, p.6).

- ACI 318-14. Requisitos de reglamento para concreto estructural

Este reglamento contiene requisitos mínimos para los materiales, diseño y detallado de edificaciones de concreto estructural y donde sea aplicable, en diferentes estructuras de edificaciones. Este reglamento también señala que a calidad de los ensayos sobre los

materiales utilizados en obra se incluyen por referencia a las normas ASTM apropiadas (Román, 2019, p.6).

- ACI 301-S16. Especificaciones para concreto estructural

En este reglamento se presentan especificaciones que cubren el concreto construido en sitio, concreto arquitectónico, concreto liviano, concreto masivo, concreto postensado, concreto de compensación de retracción, losas para pisos industriales construidas sobre el terreno, construcción con muros levantados (tilt-up), concreto estructural prefabricado y concreto arquitectónico prefabricado (Román, 2019, p.6).

- ACI 347-14. Guía de encofrado para concreto

En este reglamento se señalan los materiales, procedimientos y métodos constructivos necesarios para la colocación del encofrado en las obras. Presenta detalles de colocación, así como aspectos técnicos de alturas de vertido y distancia de soportes que son de importancia para este proyecto (Román, 2019, p.7).

Capítulo 3: Marco metodológico

A continuación, se procederá a realizar el marco metodológico donde se aportará las fuentes de información para recolectar materia relevante relacionada con el tema de la investigación, posteriormente se creará una encuesta donde se les aplicará a los sujetos de

información, también aportaremos un cronograma donde se describe las fechas y los avances que va teniendo la investigación.

3.1. Tipo de investigación

3.1.1 Naturaleza de la investigación

Cualitativa

El presente trabajo presentara una naturaleza de la investigación de forma cualitativa, puesto que este es el que mejor se adapta a las necesidades y características de la investigación presente.

En el libro Metodología de la investigación de Hernández, Fernández & Baptista (2014). Nos explica que el enfoque del método cualitativo se basa en temas significativos de investigación, procede a la recolección y análisis de datos puede desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y análisis de datos. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.7).

Se realizará una investigación donde se realicen pasos a seguir en el uso de textiles con la adherencia del concreto reforzado, demostrando la manera de aplicación, las recomendaciones para su uso, para esto se adoptará la utilización de fuentes como libros, revistas informáticas, consultas a profesionales, encuestas, internet. Para recolectar información sobre la investigación planteada y poder extraer información relevante.

3.1.2 Carácter de la investigación

Descriptivo y explicativo

El carácter de la investigación se realizará en dos maneras, descriptivo y explicativo, dando importancia a ambas partes donde se someterá a dar descripciones de la investigación planteada, pero a su vez también se explicará procedimiento a realizar.

Según Cortes & Iglesias explican lo siguiente:

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Describen situaciones, eventos o hechos, recolectando datos sobre una serie de cuestiones y se efectúan mediciones sobre ellas, buscan especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Estos estudios presentan correlaciones muy incipientes o poco elaboradas (Cortes & Iglesias, 2004, p.20).

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos, están dirigidos a responder a las causas de los eventos, sucesos y fenómenos físicos o sociales. Las investigaciones explicativas son más estructuradas que las demás clases de estudios e implican los propósitos de ellas. Las investigaciones cualitativas se inician en su mayoría con enfoques exploratorios o descriptivos, pero se plantean con alcances correlacionales, sin estadísticas, o explicativos. (Cortes & Iglesias, 2004, p.21).

La investigación tiene como meta lograr describir y explicar el uso de los textiles con la adherencia al concreto reforzado donde se describan los procedimientos de su utilización en obras constructivas en la ingeniería civil, a su vez dar explicaciones del porqué de su uso y los beneficios que puede lograr en ámbitos constructivos.

3.2 Sujetos y fuentes de información

3.2.1 Sujetos de información

Tabla 6: Sujetos de información

Nombre	Empresa de trabajo	Puesto
Leonardo Rodriguez	**Municipalidad San Carlos**	**Maestro de Obras**

Eddie Arias	**Lake Arenal Real Estate and Construction**	**Maestro de Obras**
Félix Villegas	**Independiente**	**Maestro de Obras**
Jairo Muñoz	**Lake Arenal Real Estate and Construction**	**Maestro de Obras**

Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

3.2.2 Fuentes de información: primarias o secundarias

Primarias

En el presente trabajo de investigación se realizará una encuesta a diferentes personas relacionadas con las obras de construcciones para recaudar información importante para el estudio realizado.

Nombre de las personas encuestadas:

Tabla 7: Nombre de las personas encuestadas

Nombre	Empresa de trabajo	Puesto
Leonardo Rodriguez	**Municipalidad San Carlos**	**Maestro de Obras**
Eddie Arias	**Lake Arenal Real Estate and Construction**	**Maestro de Obras**
Félix Villegas	**Independiente**	**Maestro de Obras**

Jairo Muñoz	**Lake Arenal Real Estate and Construction**	**Maestro de Obras**

Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

Secundarias

En el presente trabajo de investigación se obtendrá información relevante en diferentes medios teóricos como libros, revistas, tesis relacionadas con la investigación, normas, que ayuden a recolectar teorías y guías relacionadas con el tema de los textiles con la adherencia al concreto reforzado en las obras de construcciones para el estudio realizado.

Tabla 8: Fuentes Secundarias

Medio Secundario	Titulo	Autor
Norma	**ACI 318RS-14**	**Comité ACI 318**
Revista Informática	**Estructuras de hormigón con armadura textil**	**Frank Schanack**
Libro	**Diseño de concreto reforzado**	**Russell H. Brown**
Tesis	**Comportamiento Mecánico del Concreto con Adición de Fibras Naturales**	**Angélica Noelia Miranda Espitia**

Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

3.3 Muestra y población

3.3.1 Tipo de muestra

La muestra de la investigación será cualitativa, en un estudio cualitativo, las decisiones respecto al muestreo reflejan las premisas del investigador acerca de lo que constituye una base de datos creíble, confiable y válida para abordar el planteamiento del problema. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.382).

En los estudios cualitativos, la muestra planteada inicialmente puede ser distinta a la muestra final. Es posible agregar casos que no habíamos contemplado o excluir otros que sí teníamos en mente. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.386).

3.3.2 Descripción de la muestra

En el presente trabajo se utilizará el método de participantes voluntarios en el cual, de acuerdo con Hernández, Fernández & Baptista (2014). “Los individuos que voluntariamente acceden a participar en un estudio que profundiza en las experiencias” (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p.386).

“Puesto que se solicitará de manera voluntaria a las personas ya establecidas en los sujetos de información ser partícipes de una encuesta sobre los textiles con la adherencia al concreto reforzado.”

“Posteriormente se utilizarán muestras teóricas de información recolectada de libros, revistas informáticas, normativas, que se establecieron en las fuentes de información primarias y secundarias.”

3.3.3 Descripción estadística de la población en estudio

Como la investigación es de forma cualitativa la muestra se tomará en cuenta como un censo donde se realizará una encuesta a las personas seleccionadas en los sujetos de información,

gracias a que son trabajadores en ámbitos constructivos que poseen años de experiencias en los temas que se están investigando.

Posteriormente también obtendremos información relevante gracias a libros, revistas informáticas, normativas o internet, ya que esto nos ayudara a terminar de recolectar información y aclarar algunas dudas relevantes para la investigación.

3.4 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

3.4.1 Diseño de instrumentos

Falcón y Herrera se refieren al respecto que "se entiende como técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información"(Falcon & Herrera, 2005, p.12).

“La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos” (Falcon & Herrera, 2005, p.12).

Los instrumentos de recolección de datos según los autores antes mencionados "son dispositivos o formatos (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información". (Falcon & Herrera, 2005, p.12).

En el presente trabajo se implementará el instrumento de recolección de datos que será una encuesta a personas con experiencia en las obras constructivas.

También se obtendrá ayuda de medios informáticos como libros, revistas informáticas, internet, tesis relacionadas al tema de investigación.

3.4.2 Procedimiento de intervención

Se procederá a realizar una encuesta a las personas establecidas en los sujetos de información.

“Las encuestas son un método de recolección de datos a partir de un muestreo de personas, a menudo con el objetivo de generalizar los resultados para un segmento de población más grande.” (Qualtrics, 2023)

La encuesta llevará una cantidad de 10 ítems en un total de 3 paginas se tendrá ayuda de la herramienta Drive de Google para su creación.

Constará de 10 preguntas entre casillas abiertas donde se podrá escoger varias opciones de respuesta y opciones cerradas donde se tiene que escoger 1 de las 2 respuestas.

3.5 Estrategia de análisis de datos

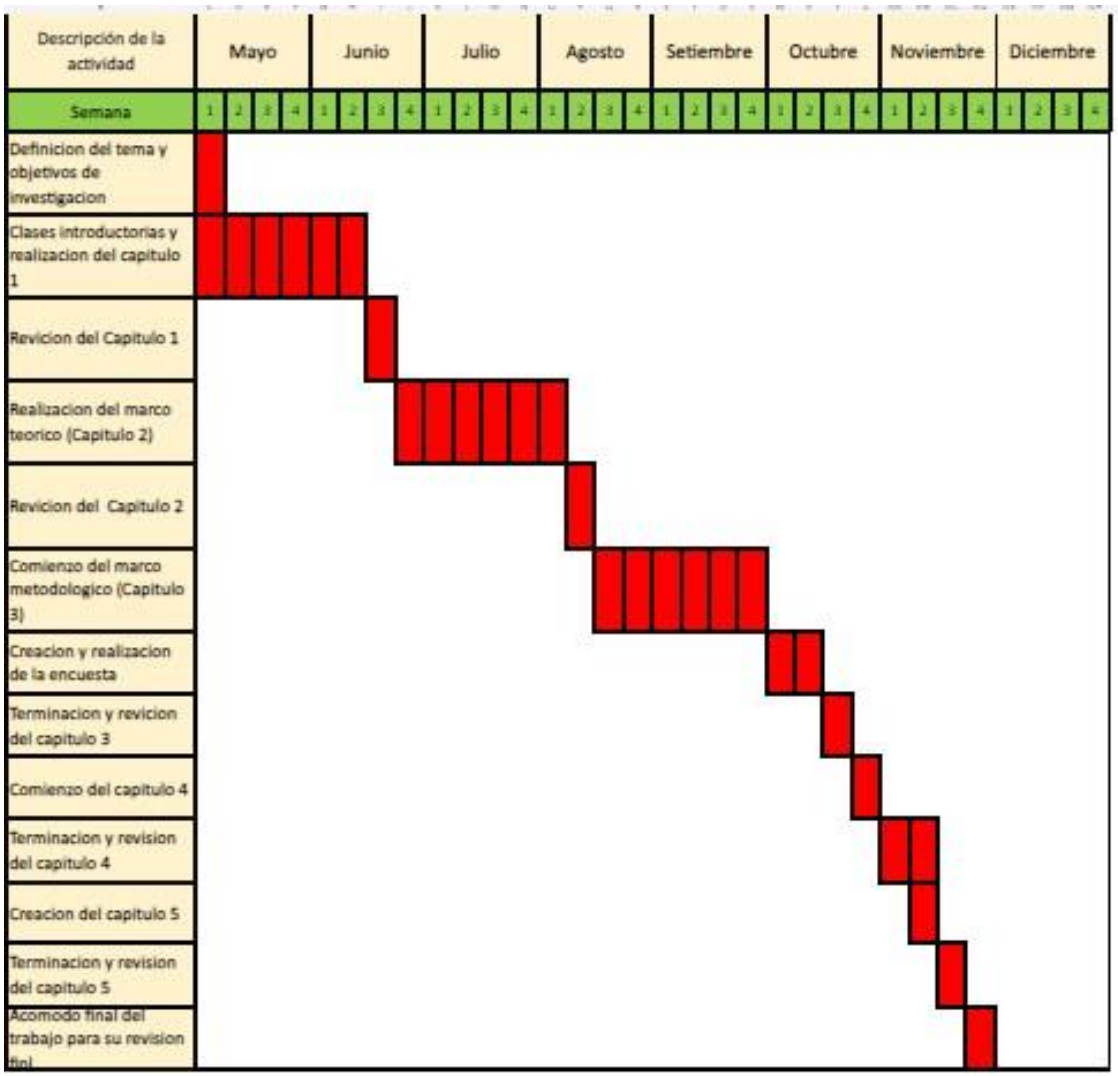
3.5.1 Presentación y análisis de los datos

Para la estrategia de análisis de datos que se empleará la ayuda de la herramienta de Drive de Google para representar gráficamente las respuestas de los encuestados de esta manera también se procederá a dar en forma detallada y teórica la interpretación de cada respuesta de los ítems en el cuestionario realizado.

Se definirá la triangulación metodológica gracias a cuestionarios, revisión bibliográfica, información adquirida de internet para orientar el futuro proceso de análisis de datos.

3.5.2 Cronograma

Figura 11: Cronograma



Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

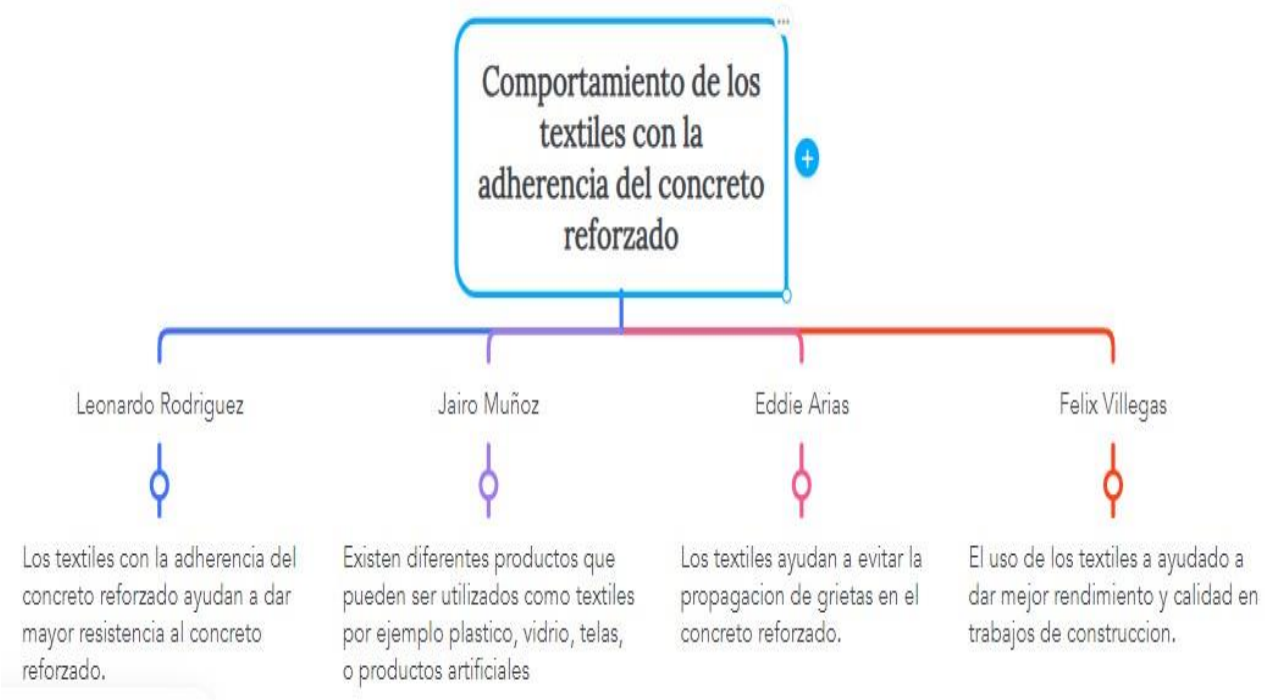
Capítulo 4: Análisis e interpretación de los resultados

A continuación, **se** realizará el análisis e interpretación de los resultados de la investigación y demostrar con gráficos de los datos que se evaluaron en la entrevista que se realizó a los sujetos de información, posteriormente también se dará una explicación de los procedimientos que se dan en el uso de la adherencia de textiles con el concreto reforzado.

4.1 Presentación de los resultados para las variables o categorías de análisis

4.1.1 Resultados de los encuestados para el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado.

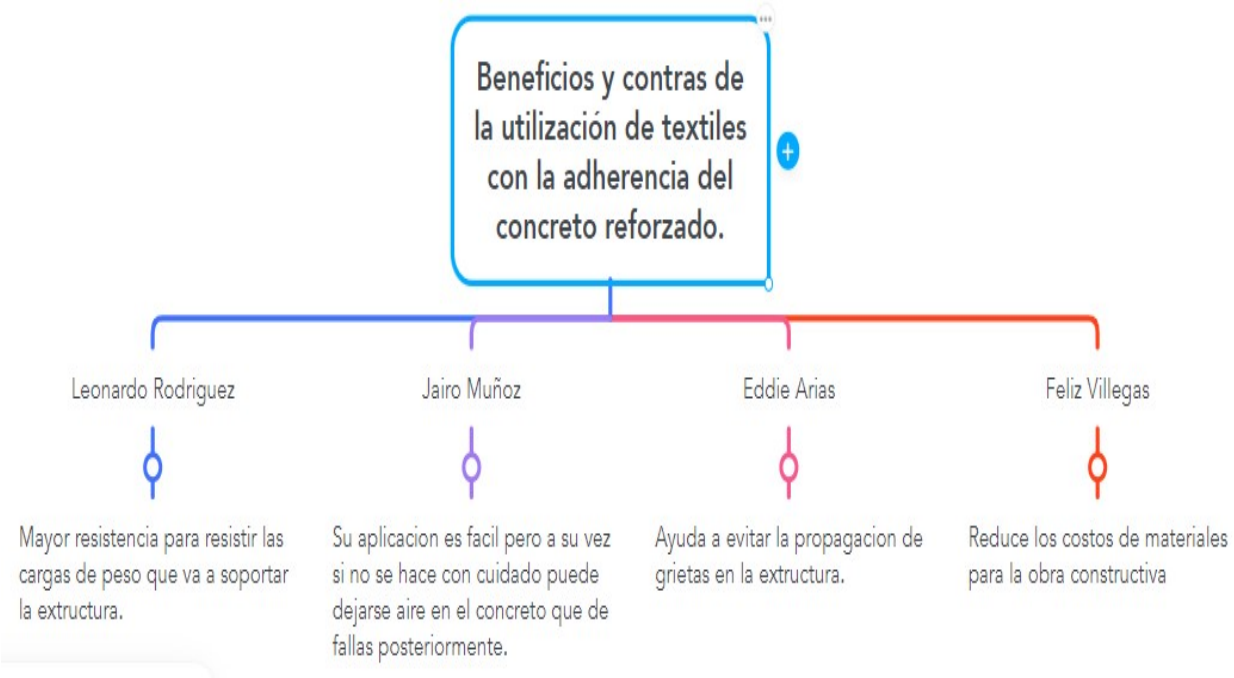
Figura 12: Resultados de los encuestados para el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado



Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

4.1.2 Resultados de los encuestados para beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado.

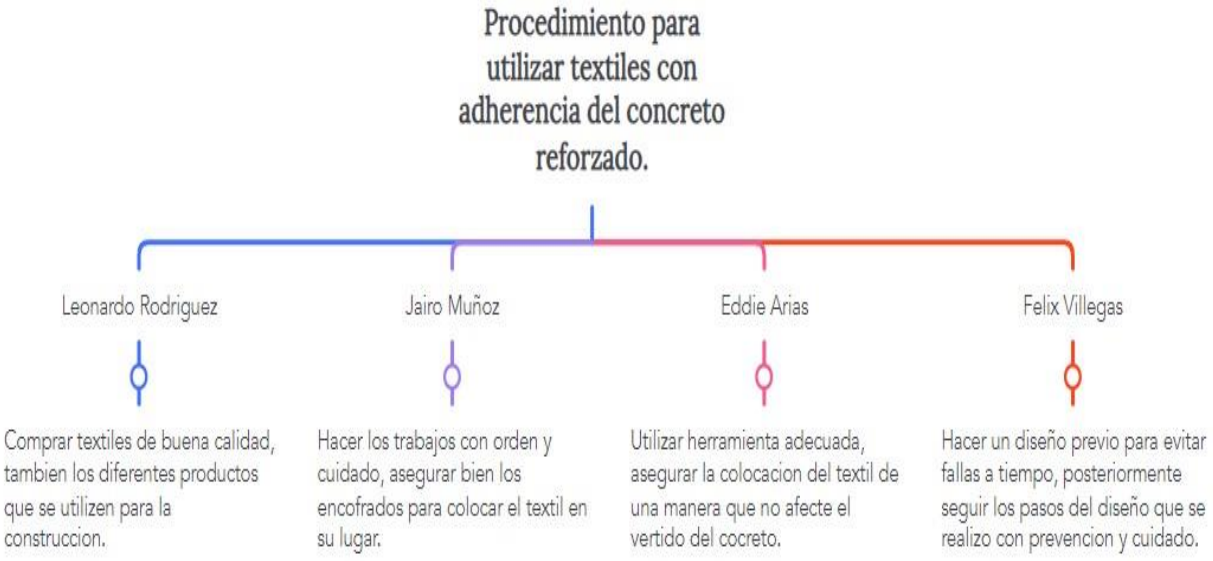
Figura 13: Resultados de los encuestados para beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado



Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

4.1.3 Resultados de los encuestados para el procedimiento para utilizar textiles con la adherencia del concreto reforzado.

Figura 14: Resultados de los encuestados para el procedimiento para utilizar textiles con la adherencia del concreto reforzado



Fuente: Elaborado por Oscar Steven Rodriguez Segura

4.2 Análisis de los resultados para las variables o categorías de análisis

4.2.1 Comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado.

Según, (Miranda, A. N. ,2021) dice lo siguiente:

El concreto simple tiene baja resistencia a la tracción y baja capacidad de deformación en la fractura, por lo que, normalmente se incluyen barras de refuerzo continúas ubicadas específicamente en los elementos optimizando el funcionamiento de la estructura, La fisuración en el concreto es un fenómeno que se debe a diversas causas, desde variaciones en la composición material hasta efectos de cambios térmicos (Miranda, A. N. ,2021, p.18).

Posteriormente, (Miranda, A. N. ,2021) afirma:

Para lo cual se da el uso de fibras como material que mejore las condiciones de post-agrietamiento en el concreto en estado endurecido, por su distribución en la matriz del concreto no solo se logra dicha condición, sino que facilita los sistemas constructivos e incrementa el rendimiento y reduce costos de las estructuras en concreto reforzado (Miranda, A. N. ,2021, p.18).

El concreto soporta esfuerzos a tracción que son transmitidos por adherencia a las fibras cuando se ha producido micro-fisura, estas a su vez controlan la fisuración y reducen la intensidad de la misma mejorando la tenacidad. Por lo tanto, el interés en las fibras es encontrar los beneficios adicionales que permitan mejorar las características de los materiales y condiciones de trabajabilidad en obra (Miranda, A. N. ,2021, p.18).

El uso de fibras para mejorar las características mecánicas de un material no es algo desconocido, en el antiguo Egipto se usaron fibras de paja en adobes de barro cocidos al sol, incluso se ha visto utilizar pelos de cabra y caballo para armar yeso, en el caso del fibrocemento este está compuesto de fibras de asbesto (Miranda, A. N. ,2021, p.18).

Según (Schanack, 2009) afirma lo siguiente:

Los componentes de concreto utilizado para el concreto textil son áridos, cemento, ceniza volante, y agua, el tamaño máximo de los áridos suele ser de 1 mm, si n embargo, según el caso de la aplicación puede aumentar hasta 4 mm. Este valor está condicionado por el tamaño de la malla de rovings y la distancia entre diferentes capas de armadura textil. (Schanack, 2009, p.4).

4.2.2 Beneficios y contras de la utilización de textiles con la adherencia del concreto reforzado.

4.2.2.1 Ventajas

- Mejoran la tenacidad del concreto.
- Fácil de usar y puede ser adicionada a la mezcla de concreto en cualquier momento antes de la colocación.
- Reducen costos y tiempo de aplicación, si se compara con la malla electrosoldada.
- Disipación de energía a comparación de la malla electrosoldada.
- Reducen el fisuramiento del concreto causado por retracción plástica.

- Reducen la segregación y la exudación.
- Capacidad de refuerzo igual o superior a las mallas electrosoldadas.
- En el caso de las fibras de vidrio y sintéticas son químicamente inertes, resistes a álcalis y áridos.
- Aumentan significativamente la resistencia al impacto.
- Trabajan tridimensionalmente en el concreto, reduciendo las tensiones y esfuerzos por dilataciones térmicas.

Fuente: (Amaya, 2019, p.34, p.35).

4.2.2.2 Desventajas

- Reducen el asentamiento en el ensayo de cono, donde depende directamente de la cantidad y composición de la fibra.
- En el estado fresco, el mezclado se torna más dificultoso y se puede incorporar cierta cantidad de aire.

Fuente: (Amaya, 2019, p.35).

4.2.3 Procedimiento para utilizar textiles con adherencia del concreto reforzado.

Existen tres métodos aprobados para la producción de elementos de concreto reforzados con textiles.

4.2.3.1 Aplicación del hormigón en capas y laminación de la armadura.

El método tecnológicamente menos complejo es la aplicación del concreto en capas y la posterior o simultánea laminación de la armadura. El fresco de concreto sirve al mismo tiempo como pegamento de la armadura al encofrado y como capa intermedia entre las diferentes capas de armadura textil. Se aplica una capa de concreto de entre 1 a 5 mm de espesor, se lamina la armadura con presión leve y se aplica la siguiente capa de hormigón. Una compactación mecánica ca del

hormigón llevaría el riesgo del daño de las fibras de la armadura, por lo cual la mezcla del hormigón tiene que ser ajustada de tal manera que una compactación mecánica es prescindible (Schanack, 2009, p.5).

4.2.3.2 Proyección del hormigón y laminación de la armadura.

Este método tiene la ventaja de una mayor comodidad de la aplicación del concreto, lo que mejora la calidad del producto. El concreto se proyecta encima del encofrado o del elemento a reforzar. La presión y velocidad es mucho menor que en el proceso de proyección de concreto convencionales (Schanack, 2009, p.6).

4.2.3.3 Método de envuelto

Este método es especialmente apropiado para la prefabricación de elementos estructuras de concreto textil. El proceso o requiere el diseño de una máquina procesadora hecha a medida para cada tipo de elemento. La desventaja mayor costo inicial se recompensa por la mayor velocidad de producción y la uniformidad de la calidad de cada pieza (Schanack, 2009, p.4).

4.2.3.4 Pasos Para la utilización de textiles con la adherencia al concreto reforzado

Primero se realiza el diseño de la estructura que se va a realizar ya sea una columna una viga una losa u otra similar, dicho estudio previo sirve para medir la cantidad de materiales que vamos a utilizar y también nos ayuda para evitar fallas a futuro ya que podemos ir viendo pequeños detalles que si no se corrigen a tiempo pueden molestar a la hora de la ejecución.

Posteriormente se realiza la compra de los materiales que estén en perfecto estado y que sirvan para la obra constructiva que vamos a crear, aquí también se comprar o se consigue herramientas que tengamos que utilizar para realizar el proyecto.

Se realiza las armaduras de la estructura que vamos a realizar con barrilla, el numero de la varilla varía dependiendo la obra constructiva que se realice, aquí mismo la estructura de la armadura lleva sus aros, amarres de buena manera y seguros para que no se suelten o queden flojos,

se realiza su colocación, se realiza el encofrado de la estructura para posteriormente rellanarla de concreto.

Dependiendo como realicemos la obra la incorporación del textil se puede dar entre los pasos de la colocación de la armadura y el encofrado o también se puede realizar a la hora de verter el concreto en la estructura ambos casos son válidos.

Posteriormente de verter el concreto en la estructura se siguen los pasos normales como cualquier trabajo de vertido de concreto en estructuras, se limpian regueros que puedan haber quedado, se le da el tiempo necesario para que el concreto se seque, posteriormente se quita el encofrado y se le da el curado a la estructura por alrededor de un mes donde se le vierte agua constante durante el día a la estructura para que se cure y evitar secados mayores o agrietamientos.

4.3 Aceptación o rechazo de la hipótesis

Hipótesis de la investigación:

Mejorará el comportamiento de los textiles con la adherencia del concreto reforzado.

Después de los análisis, estudios, investigaciones, encuestas y muchas otras formas de lograr extraer información relevante con el tema de investigación se logró entender y resaltar que la hipótesis que escogimos es verídica y se acepta la hipótesis.

Se demostró que los textiles son útiles en la adherencia del concreto reforzado, logrando dar eficacia a proyectos estructurales, mejorando en aspectos científicos la resistencia del concreto, ayudando a mejorar y evitando agrietamientos en la estructura, posteriormente esto también ayuda reducir costos de materiales.

Hoy en día hay diferentes tipos de textiles tanto materiales naturales como artificiales, ayudando a tener gran variedad de productos para su desarrollo, esto también ayuda al medio ambiente al procesar productos que tuvieron uso en el tiempo anterior y dándoles nuevos usos al convertirlos en textiles.

El uso de los textiles no requiere de procedimientos tan complicados para su aplicación, pero si se requiere de mucho orden, de comprar textiles en buen estado de tener cuidado para colocar el textil, tener un diseño previo de cómo se va a realizar, para así lograr obtener un resultado bueno que cumpla con nuestros requerimientos y expectativas.

En el campo de la ingeniería civil su aplicación ya se ha visto en muchas construcciones de estructuras o para reforzar zonas de la obra constructiva, a nivel de la ciencia ya se han realizado varios estudios que dan resultados positivos del uso de los textiles con la adherencia al concreto reforzado.

bajo estos criterios de la ciencia y del campo se acepta la hipótesis planteada y se afirma que el comportamiento de los textiles con la adherencia al concreto reforzado va a mejorar y va a ser muy utilizado con el paso de los años para realizar obras constructivas.

Capítulo 5: Limitaciones, conclusiones y recomendaciones

5.1 Limitaciones

Las limitantes del trabajo de investigación que se observaron serían las de poca cantidad de información en Costa Rica, aunque mucha información en otros países, la cantidad de la muestra no fue tan amplia al haber pocas personas con experiencia en la zona

donde uno vive, factores como tiempo de trabajo limitaron un poco la realización, pero se logró acomodar para lograr los avances y terminar el trabajo.

En un futuro es bueno que Costa Rica abarque más en el tema de la adherencia de textiles con el concreto reforzado para utilizarlo más en diseños estructurales o reforzamiento de estructuras y que se logren dar más ejemplos y normativas en el tema abarcado.

5.2 Conclusiones

El presente trabajo de investigación nos permitió guiarnos a conocer más sobre la adherencia de los textiles con el concreto reforzado, esto nos permite adquirir más conocimientos de la ingeniería civil en un tema muy interesante que pude ser de los más útiles en el día de mañana en diseños estructurales o en técnicas de reforzamiento estructural para Costa Rica.

El presente trabajo abarco sobre el comportamiento de la adherencia de los textiles con el concreto reforzado ayudándonos a entender la utilización, los diferentes tipos de textiles, su aplicación, sus veneficios y sus contras, diferentes extructuras donde se aplica, entre otros temas relacionados con los textiles.

A lo largo del presente trabajo se desarrollaron muchas búsquedas en libros, revistas, internet, consultas a profesionales entre otros métodos para adquirir más información relacionada con la adherencia de los textiles con el concreto reforzado para así poder responder a todas las inquietudes que aparecen durante el desarrollo del trabajo de investigación y esclarecer toda duda sobre el tema.

El presente trabajo, desde mi punto de vista el tema abarcado es de mucha importancia y de buen interese para el mejoramiento de las estructuras en el país ayudando a sus diseños o su mantenimiento de estructuras que en Costa Rica están en muy mal estado

y que por temas económicos no se mejorar, con esta ayuda podemos bajar costos de trabajo y mejorar el país en sus obras de construcción o edificaciones ya construidas.

5.3 Recomendaciones

Exportar o crear más textiles de diferentes tipos de materiales para tener más variedad de producto, también se recomienda la creación de normas legislativas sobre el uso de los textiles para ayudar a los profesionales la aplicación de los textiles, posteriormente se recomienda más su aplicación para reforzar estructuras en mal estado ya que en Costa Rica hay muchas estructuras en mal estado que no se les da mantenimiento por lo general por temas de presupuesto con esta ayuda de los textiles podemos reducir gastos y ayudar a varios proyectos del país que ocupan ayuda.

III Parte: Referencias

Alexandra Gabrielle Santos Chiang, Luis Enrique Rivera Santos, Julia Sofía Figueroa Arias. (2019). Análisis de propiedades mecánicas del concreto hidráulico con fibras textiles de llantas recicladas en San Pedro Sula, 2019. Honduras: Editorial Universidad Tecnológica Centroamericana.

Cevallos, Oscar López Quishpe, Edgar Mauricio Pachuca Amancha, Álvaro Vzladimir. (2017). Mejoramiento de la durabilidad de materiales compuestos FRCM reforzados con fibras de cabuya, evaluando las propiedades a tracción y adherencia. Ecuador: Editorial Universidad Nacional de Chimborazo.

Concretos Supermix, (2022). Agregados para la elaboración de concreto. Disponible en https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/

Cristian Gerardo Barbosa Galeano & Juan Sebastián Mayorga Rojas. (2015). Caracterización mecánica del concreto reforzado con fibras de fique modificando la matriz cementicia con aditivo a base de humo de sílice. Bogotá: Editorial Universidad Piloto de Colombia

Diego Sánchez De Guzmán. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Bogotá: Editorial Bhandar Editores Ltda.

Fabian Lamus Báez y Sofia Andrade Pardo. (2015). Concreto Reforzado Fundamentos. Bogotá: Editorial ECOE Ediciones Ltda.

Falcón y Herrera. (2005). Análisis del ato Estadístico. Caracas: Editorial Universidad Bolivariana de Venezuela.

Frank Schanack y Carlos Vergara Muñoz. (2009). Estructuras de hormigón con armadura textil. Santiago de Chile. Editorial: Universidad Austral de Chile.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. Chile: Editorial McGraw-Hill.

Industrysurfer. (s.f.). Edificios con Concreto Reforzado con Fibra: Principales Propiedades y Beneficios. Disponible en https://industrysurfer.com/blog-industrial/construccion/edificios-con-concreto-reforzado-con-fibra-principales-propiedades-y-beneficios/

Ingeniería y sus alcances, Revista de Investigación. (2021). Concreto reforzado con textil para el refuerzo y rehabilitación de columnas de hormigón armado. Disponible en https://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/76/180

Manuel Cortes & Miriam Iglesias. (2004). Generalidades sobre Metodología de la Investigación. México: Editorial Universidad Autónoma del Carmen.

María Luisa Santillán. (2020). Concreto reforzado con fibras aporta beneficios a la construcción. Disponible en https://ciencia.unam.mx/leer/1069/concreto-reforzado-con-fibras-aporta-beneficios-a-la-construccion

Miranda, A. N. (2021). Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras naturales (bagazo de caña) y fibras sintéticas (polipropileno). Disponible en http://hdl.handle.net/10654/39794.

Paula Román Quesada. (2019). Plan de gestión de calidad para elementos de concreto reforzado colado en sitio en edificaciones de Constructora Guzmán S.A.. Cartago. Editorial: Instituto Tecnológico de Costa Rica

Proyectos en lonas, (2021). Arquitectura textil: características y beneficios. Disponible en https://www.proyectosenlonas.com.mx/blog/arquitectura-textil-y-sus-caracteristicas

Qualtrics. (2005). Qué Es Una Encuesta. Disponible en https://www.qualtrics.com/es-la/gestion-de-la-experiencia/investigacion/que-es-una-encuesta/

Real Academia Española, (2022). Cemento. Disponible en https://dle.rae.es/cemento

Santiago Amaya Alarcón & Miguel Ángel Ramírez Zapata. (2019). Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras. Bogotá: Editorial Universidad Católica de Colombia.

Structuralia, (2022). Arquitectura textil. Disponible en https://blog.structuralia.com/arquitectura-textil-concepto-y-estabilidad-estructural#:~:text=La%20arquitectura%20textil%20es%20toda,la%20envoltura%20de%20espacios%20habitables

Universidad de Burgos, (2021). Historia de los textiles. Disponible en https://historiamateriales.ubuinvestiga.es/textiles/

Apéndices

Apéndice A: Carta aprobación Leonardo Rodriguez

Por medio de la presente yo Leonardo Rodriguez doy autorización para que el estudiante Oscar Steven Rodriguez Segura portador de la cédula de identidad número [redacted] de la Carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Isaac Newton, realice una encuesta para un trabajo de tesis sobre la adherencia de los textiles con el concreto reforzado.

L R A

Firma

Apéndice B: Carta aprobación Jairo Muñoz

Por medio de la presente yo Jairo Muñoz doy autorización para que el estudiante Oscar Steven Rodriguez Segura portador de la cédula de identidad número [redacted] de la Carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Isaac Newton, realice una encuesta para un trabajo de tesis sobre la adherencia de los textiles con el concreto reforzado.

Jairo Muñoz

Firma

Apéndice C: Carta aprobación Eddie Arias

Por medio de la presente yo Eddie Arias doy autorización para que el estudiante Oscar Steven Rodriguez Segura portador de la cédula de identidad número [redacted] de la Carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Isaac Newton, realice una encuesta para un trabajo de tesis sobre la adherencia de los textiles con el concreto reforzado.



Firma

Apéndice D: Carta aprobación Félix Villegas

Por medio de la presente yo Félix Villegas doy autorización para que el estudiante Oscar Steven Rodriguez Segura portador de la cédula de identidad número [redacted] de la Carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad Isaac Newton, realice una encuesta para un trabajo de tesis sobre la adherencia de los textiles con el concreto reforzado.

Felix V

Firma