

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE FIBRAS
METÁLICAS Y SINTÉTICAS EN LA PRODUCCIÓN
DE LOSAS DE CONCRETO APOYADAS SOBRE
EL TERRENO, TRUJILLO 2021

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Eddi Ronald Jara Chambergo
Antonio Alexander Serrano Diaz

Asesor:

Ing. Alberto Vásquez Díaz
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Cintha Vanessa Alvarado Ruiz	71412783
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Wiston Henry Azañedo Medina	41526075
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	German Sagastegui Vasquez	45373822
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

DEDICATORIA

A Dios, por darnos el privilegio de tener salud y vida, de haber llegado a concluir la presente tesis con éxito, a nuestros familiares quienes nos incentivaron y apoyaron en cada etapa de nuestra investigación. Especialmente a nuestros padres porque con sus plegarias, consejos y palabras de aliento hicieron de nosotros mejores personas, los cuales nos guían para cumplir con nuestros objetivos y sueños.

Finalmente, a los interesados en el presente estudio, les pueda servir como inspiración para que puedan mejorar y aportar a la línea de investigación desarrollada

AGRADECIMIENTO

En la presente tesis agradecemos a Dios por ser nuestro guía e iluminar nuestro camino con paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas y objetivos propuestos.

A nuestros padres por ser el pilar fundamental y siendo el apoyado incondicional, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron durante el presente estudio.

Agradecemos a nuestro asesor el Ingeniero, Alberto Vásquez Díaz, quien, con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó a culminar con éxito cada etapa de la investigación.

Finalmente, agradecemos a los todos docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarnos como personas y estudiantes de la Universidad Privada del Norte

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Antecedentes de la investigación	22
1.3. Bases teóricas	37
1.3.1. Concreto	37
1.3.2. Fibras Metálicas	46
1.3.3. Fibras Sintéticas	53
1.3.4. Losas De Concreto Apoyadas Sobre El Suelo	58
1.4. Formulación del problema	67
1.5. Objetivos	67
1.5.1. Objetivo general	67
1.5.2. Objetivos específicos	67
1.6. Hipótesis	67
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	68
2.1. Tipo de investigación	68
2.1.1. Según el propósito de la investigación:	68

2.1.2.	Según el diseño de investigación:	68
2.2.	Diseño de investigación:	68
2.3.	Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	69
2.3.1.	Población.	69
2.3.2.	Muestra.	69
2.3.3.	Matriz de Operacionalización de Variables.	70
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	72
2.4.1.	Técnica de recolección de datos	72
2.4.2.	Instrumento de recolección de datos	72
2.4.3.	Análisis de datos	73
2.5.	Procedimiento	74
2.5.1.	Recolección de información	75
2.5.2.	Análisis documental	75
2.5.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	76
2.5.4.	Resultados y análisis de resultados	76
2.6.	Desarrollo	77
2.6.1.	Estudios evaluados dentro de la investigación	77
2.6.2.	Tipos y características de las fibras	80
2.6.3.	Dosificación de fibras	82
CAPÍTULO III: RESULTADOS		89
3.1.	Evaluación de datos obtenidos de los estudios de fibras de acero	89
3.1.1.	Característica de las fibras metálicas en los estudios evaluados	89
3.1.2.	Dosificaciones utilizadas y recomendadas en los estudios de fibras de acero evaluados	90
3.1.3.	Diseños al esfuerzo a la compresión utilizados en las investigaciones de fibras de acero indagados	91
3.1.4.	Resultados de los ensayos realizados por los autores utilizando fibras de acero	92
3.2.	Evaluación de datos obtenidos de los estudios de fibras sintéticas	98

3.2.1. Característica de las fibras sintéticas en los estudios evaluados	98
3.2.2. Dosificaciones utilizadas y recomendadas en las investigaciones de fibras sintéticas evaluadas	100
3.2.3. Diseños al esfuerzo a la compresión utilizados en las investigaciones de fibras sintéticas indagados	101
3.2.4. Resultados de los ensayos realizados por los autores utilizando fibras sintéticas	101
3.3. Análisis comparativo de Costos – losa industrial	105
3.3.1. Losa industrial reforzada con fibra Metálica	105
3.3.2. Losa industrial reforzada con fibra sintética	106
3.3.3. Resumen de costos	109
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	110
4.1. Discusión	110
4.2. Conclusiones	123
RECOMENDACIONES	125
REFERENCIAS	126
ANEXOS	137

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Tipos y clases de losas industriales	61
Tabla 2	Diseño de investigación	68
Tabla 3	Matriz de Operacionalización de Variables	70
Tabla 4	Clasificación de variables	72
Tabla 5	Estudios de Fibras de acero	77
Tabla 6	Estudios de Fibras sintéticas	79
Tabla 7	<i>Características en estudios de fibras metálicas</i>	80
Tabla 8	<i>Estudios de características de fibras sintéticas</i>	81
Tabla 9	<i>Diseños del concreto utilizando fibras metálicas en los estudios</i>	82
Tabla 10	<i>Diseños del concreto utilizando fibras sintéticas en las investigaciones</i>	84
Tabla 11	Resultados de ensayos utilizando fibras metálicas	85
Tabla 12	Resultados de ensayos utilizando fibras sintéticas	87
Tabla 13	Información de losa industrial	88
Tabla 14	Parámetros considerados	88
Tabla 15	Costos generales del proyecto de una losa industrial	105
Tabla 16	Costo real de proyecto usando fibras metálicas	105
Tabla 17	Costo proyectado utilizando fibra sintética con una dosificación de 1 kg/m ³	106
Tabla 18	Costo proyectado utilizando fibra sintética con una dosificación de 2 kg/m ³	107
Tabla 19	Costo proyectado utilizando fibra sintética con una dosificación de 3 kg/m ³	108
Tabla 20	Costo proyectado utilizando fibra sintética con una dosificación de 4 kg/m ³	108
Tabla 21	Resumen de costos analizados	109
Tabla 22	Matriz de consistencia	139

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ensayo de resistencia a la compresión.....	41
Figura 2	Esquema de ensayo a flexión con aplicación de carga	42
Figura 3	Esquema de probeta para ensayo a tracción indirecta.....	43
Figura 4	Formas de fibras de acero	48
Figura 5	Elemento estructural prefabricado con fibras.	50
Figura 6	Fibras de acero empleando en concreto lanzado	51
Figura 7	Microfibras sintéticas	54
Figura 8	Macrofibras sintéticas.....	55
Figura 9	Elementos de losas industriales	59
Figura 10	Cargas vehiculares	64
Figura 11	Cargas concentradas	65
Figura 12	Cargas distribuidas	66
Figura 13	Cargas de construcción	66
Figura 14	Diagrama de diseño de investigación	69
Figura 15	Procedimiento de investigación	74
Figura 16	<i>Relación de aspectos de las fibras metálicas</i>	89
Figura 17	<i>Formas de fibras de acero</i>	89
Figura 18	Formas de fibras de acero	90
Figura 19	<i>Dosificaciones de fibras metálicas utilizadas en los estudios</i>	90
Figura 20	<i>Dosificación recomendada por fabricantes</i>	91
Figura 21	<i>Resistencia a la compresión requerida del concreto en los estudios</i>	91
Figura 22	<i>Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 20MPa</i>	92
Figura 23	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 21MPa	92
Figura 24	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 25MPa	93
Figura 25	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 28MPa	93
Figura 26	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 30MPa	94
Figura 27	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 31MPa	94
Figura 28	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 40 MPA	95
Figura 29	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 45 MPA	95
Figura 30	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 46.6 MPA	96
Figura 31	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 48MPa	96
Figura 32	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 50 MPA	97
Figura 33	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 60 MPA	97
Figura 34	Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 65 MPA	98
Figura 35	<i>Relación de aspecto de fibras sintéticas</i>	98
Figura 36	<i>Tipos de fibras sintéticas en estudios</i>	99
Figura 37	<i>Formas de fibras sintéticas</i>	99
Figura 38	<i>Dosificaciones utilizadas por los estudios</i>	100
Figura 39	<i>Dosificación recomendada por fabricantes</i>	100
Figura 40	<i>Resistencia a la compresión requerida del concreto en los estudios</i>	101
Figura 41	<i>Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 20MPa</i>	101
Figura 42	<i>Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 21 MPA</i>	102
Figura 43	<i>Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 24.5MPa</i>	102
Figura 44	<i>Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 28 MPA</i>	103
Figura 45	<i>Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 30 MPA</i>	103
Figura 46	<i>Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 45 MPA</i>	104
Figura 47	<i>Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 50 MPA</i>	104

RESUMEN

La presente investigación se realizó en Trujillo, en la Universidad Privada del Norte, concretando el análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, durante el desarrollo se utilizó el diseño No Experimental - Correlacional, siendo el muestreo no probabilístico, utilizando la técnica Análisis documental para la recolección de datos. El principal problema es debido a la corta vida útil que tienen las losas. En los resultados se comprende que el 71.05% de los estudios analizados sobre fibras de acero llevan ganchos en los extremos, sin embargo, en las investigaciones de fibras sintéticas el 51.35% son de Polipropileno en tiras rectas, asimismo, las dosis más utilizadas están entre 15 kg/m^3 a 30 kg/m^3 para las metálicas y 1 kg/m^3 a 3 kg/m^3 para las sintéticas, Además, en la evaluación de costos añadir fibras sintéticas en la matriz cementicia permite ahorrar hasta el 54.17% frente a las de acero, dado que la relación de aspectos, la forma y dosis de las fibras tienen una gran importancia debido a la adherencia que se produce dentro de la matriz cementicia, generando un mejor comportamiento en las propiedades mecánicas del concreto.

PALABRAS CLAVES: Fibras de acero, Fibras Sintéticas, Concreto fibroreforzado, Losas apoyadas sobre el suelo, Losas industriales.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el mundo de la construcción actualmente se vienen desarrollando nuevas tecnologías para mejorar el comportamiento de los elementos estructurales elaborados de concreto, por ello, Sotil y Zegarra (2015) consideran que la aplicación de fibras de acero sea un producto que genera beneficios al ser mezclado con el concreto. Entre las principales ventajas, se considera la disminución considerable de fisuras, tanto en contracción plástica como endurecida, aumento de la tenacidad del concreto e incremento de la resistencia a la flexión. Asimismo, el ahorro en tiempo y costo de producción y construcción de elementos estructurales debido a ellos se estima un sistema considerablemente ventajoso en varios aspectos.

Asimismo, utilizar fibras sintéticas en la matriz cementicia para la producción de diferentes elementos estructurales genera beneficios durante su vida útil. Así pues, Pineda (2015), menciona que las fibras sintéticas por su morfología y aspectos de esta, se adhiere de una manera eficiente al concreto por lo que no se corroe, y no aumenta el peso específico del concreto, sin afectar la trabajabilidad en la producción de concreto reforzados.

En México, el estudio denominado “Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero” de Carrillo, Silva y Sánchez (2016) desarrolla el desempeño a flexión de losas sobre terreno para viviendas con la dosificación de fibras de acero (5.9 y 18 kg/m³) en la mezcla de concreto busca obtener un desempeño equivalente al de una losa reforzada utilizando cuantías mínimas. Ensayan losas cuadradas de 600mm de lado y 100mm de espesor de concreto simple, concreto reforzado con malla electrosoldada y concreto reforzado con fibras de acero, obteniendo en la curva tenacidad-

deflexión resultados similares entre las mallas electrosoldadas y las fibras de acero con una dosificación de 14.1 kg/m^3 . Además, el comportamiento de los elementos fue significativamente diferente, llegando a obtener un aporte: Las fibras de acero podrían generar un modo de falla de las losas de concreto más dúctil que el refuerzo con malla electrosoldada, lo cual es un desempeño fundamental en elementos de concreto reforzado. Así mismo, en Argentina se realizó una investigación nombrada “Hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para la ejecución de pisos y pavimentos industriales” de Altamirano, Pombo, Giaccio y Zerbino (2017) en la cual se evalúa la performance de tres macrofibras sintéticas diferentes incorporadas en dosis variables sobre los que se determinaron los parámetros residuales en flexión. Luego, y en base a experiencias de obra, se analizan aspectos vinculados a la ejecución y comportamiento en servicio de pisos ejecutados en los últimos años, como la incorporación de macrofibras a la mezcla, la colocación y trabajabilidad del hormigón o detalles de terminación, entre otros. Finalmente llegaron a obtener el siguiente aporte: Las macrofibras sintéticas permiten disminuir los efectos de alabeo y el riesgo de aparición de fisuras.

En Costa Rica, el estudio “Comportamiento de losas apoyadas en suelo utilizando concreto reforzado con fibras metálicas” de Navas y Rojas (2011) concluye que el concreto reforzado con fibras de acero tiende a aumentar la capacidad de resistir cargas paralelamente cuando incrementa su dosificación de fibras a utilizar. Todo esto ocurre por el enganche que se genera entre las fibras dentro de la matriz cementicia, llegando a aumentar su capacidad de resistencia de carga hasta en 42 %. Además, la capacidad residual a flexión de CRFA y la dosificación de fibras utilizadas en su diseño están relacionadas existiendo una dependencia directamente proporcional. Asimismo, el uso de fibras de acero en el concreto y el comportamiento dúctil inherente a este material supone que el diseño del concreto pueda

ser realizado mediante enfoques plásticos, en los cuales se logre llevar el material a estados últimos de resistencia, por ende, se obtengan espesores menores que los necesarios para una losa de concreto con refuerzo convencional. Así mismo, en Colombia la investigación “Uso de la fibra sintética en el concreto estructural para edificaciones” de Ramírez, Gutiérrez y Granados (2019) determinó que, tras haber realizado diferentes tipos de ensayos, donde se aprecia que las altas resistencias mecánicas del concreto se presentaron en una dosificación de fibra sintética de 4 Kg/m^3 . Obteniendo con este resultado la reducción del peso y de las secciones transversales de los elementos de concreto. Este tipo de concreto reforzado con fibra sintética de alto desempeño se puede utilizar en la construcción de edificios residenciales con mayores espacios arquitectónicos en relación con el uso del concreto convencional.

En Australia, el estudio “Comportamiento de losas de concreto reforzado con fibra de acero y polipropileno” Hadi (2008) aporta que la máxima resistencia a la flexión de las losas SFRC no aumenta significativamente cuando las fibras se agregan al hormigón, pero la capacidad de absorción de energía de las losas aumenta notablemente. Asimismo, la deflexión final aumenta significativamente cuando se agregan fibras de acero, para obtener una deflexión máxima más alta que la losa de concreto que incluía fibras de polipropilenos en un 0.5% de contenido, Por otro lado, el colapso final lleva más tiempo que la losa de concreto simple cuando se agregan fibras. Al adicionar fibras de acero tiene efectos significativos en la absorción de energía total, sin embargo, al colocar mayor contenido de fibras en el concreto, éste disminuye la tasa de crecimiento de la absorción de energía total. Además, agregar fibra de acero tiene una mayor capacidad de absorción de energía que el polipropileno con un contenido de 0.5% y 1.0% en losas. Así mismo, en Argentina la investigación llamada “Estudio experimental de la respuesta mecánica de hormigones

reforzados con macrofibras sintéticas para uso en pisos industriales” Zerbino, Giaccio y Pombo (2016). Muestra los resultados donde se llega a evaluar la performance de dos macrofibras sintéticas diferentes incorporadas en dosis variables entre 1 y 5,5 kg/m³, sobre un mismo hormigón de base. Los resultados de los ensayos permitieron concluir que: Las fibras sintéticas no reducen la expansión como lo hacen las barras de acero convencionales y controlan la fisuración del concreto dando una mayor durabilidad.

En Lima, la investigación “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido” Sotil, y Zegarra (2015) contribuye que, las fibras de acero proporcionan una mayor energía de rotura, logrando la sustitución de las armaduras de acero convencionales, logrando hacer dúctil la falla y controlar la propagación de fisuras. Asimismo, al utilizar fibras de acero reduce el parámetro de trabajabilidad debido a la red interna generada, medida mediante el ensayo de asentamiento (slump). Además, cuando existe mayor dosificación, el módulo de rotura aumenta. Para dosificaciones de 20 y 25 kg/m³ de fibra de acero, esta posee mejor capacidad de resistencia a la flexión según la morfología de la fibra. Finalmente, se obtienen ahorros de 53% para acero y 8% para concreto aproximadamente por m² de losa. De la misma forma, el estudio “Aplicación de fibras sintéticas para mejorar la resistencia del concreto, en losas del Jr. Túpac Amaru, distrito de Cajatambo-Lima 2019” de Cano (2019) considera que las fibras sintéticas aplicadas a la matriz cementicia generan un impacto positivo en la mejora de su resistencia compresiva y también con respecto a los esfuerzos de tracción. Además, el concreto fibroreforzado con fibras sintéticas y una dosificación de 700 gr/m³ presentan una reducción del 3% de vacíos o poros permeables respecto al concreto convencional,

convirtiéndose en un elemento estructural más sólido de alta resistencia ante el ambiente y de una mayor durabilidad.

En Cajamarca, el estudio “Resistencia mecánica del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con la adición de fibras de acero dramix y Sika” de Abanto (2017) considera que las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$ para lo cual se utilizó fibras de acero, Dramix y Sika, en porcentajes de 1% y 1.5% del peso del agregado fino. Donde, la resistencia a la flexión en los tercios de la luz y tracción por compresión diametral se concluye que las fibras de acero no fueron un gran aporte para el módulo de rotura ya que en estos dos ensayos se mantuvo en los rangos de que la norma establece por lo que no fue muy significativo el porcentaje de fibras de acero que se le adicione al concreto.

En Trujillo, la investigación “Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018” de Castañeda (2018) describe que las fibras de acero y aditivo plastificante obtienen mejores resultados de resistencia a la compresión en la dosificación de fibra de acero en 40 kg/m^3 . Además, las fibras de acero y el aditivo plastificante son las más usadas como el principal refuerzo para losas y mejoran las propiedades del concreto, así como un mejor control de fisuras. Se determinó un 4.63 % con una dosificación de 20 kg/m^3 de fibra de acero y un incremento de 8.39 % con una dosificación de 40 kg/m^3 de fibra de acero, respecto a probetas de concreto patrón (concreto simple).

De igual manera, en Trujillo, el estudio “Análisis del desempeño de la macrofibras Sintética en la tenacidad del concreto” de Rojas (2017) determinó que las fibras sintéticas adicionadas al concreto son una alternativa para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Asimismo, la adición de fibras sintéticas dentro de la matriz cementicia en

dosificaciones de 3.5 y 7 Kg/m³ genera una mayor tenacidad del concreto, es decir la estructura, incluso después de que la matriz haya sufrido un agrietamiento, esta puede seguir soportando cargas. Este aporte que genera las fibras sintéticas con las dosificaciones respectivas mencionadas anteriormente, sería una de las maneras para disminuir la tendencia al agrietamiento en estado fresco como endurecido.

Además, en el lugar donde se desarrolla la presente investigación, el estudio “Influencia de la adición de las fibras de acero en la ductilidad de columnas de concreto reforzado” de Vélchez (2017) expresa que la adición de fibras de acero genera un comportamiento dúctil. Además, considerando una dosificación del 58.87 kg/m³ de fibras de acero se obtienen mejores resultados en cuanto a la ductilidad y la capacidad de resistencia a carga axial. La tenacidad de los concretos reforzados con fibra de acero se incrementó superando la Capacidad de Absorción de Energía de los concretos convencionales. Asimismo, el CRFA refleja eficiencia en el comportamiento post - fisuración del concreto, observándose que estas presentan un buen anclaje al concreto. Por otro lado, la trabajabilidad del concreto depende mucho del porcentaje de fibra que se va a emplear en la mezcla, a mayor dosificación de fibra de acero mayor será la dificultad del proceso de mezclado debido a la conglomeración de las fibras de acero.

Las principales entidades que controlan las variables de estudio (fibras de acero y Fibras sintéticas) son, Ministerio de vivienda y construcción y saneamiento, American Concrete Institute (ACI) y American Society for Testing and Materials (ASTM), en diferentes capítulos desarrollan investigaciones generando a su vez guías o manuales para poder diseñar y brindar parámetros de control con estándares de calidad y seguridad.

Meza (2015) concluye que los análisis en losas de concreto reforzadas con fibras apoyadas en el suelo recomiendan el uso de bajas dosificaciones como refuerzo del concreto. Para el caso de fibras de acero Dramix 20 kg/m^3 y para fibras de polipropileno Euclid 2.125 kg/m^3 . En cuanto al tipo de suelo de soporte para la losa se recomienda mejorar el suelo con 2 % de cemento, esto reducirá en forma significativa las deformaciones producidas en la interacción losa suelo. Además, Altamirano, Pombo, Giaccio y Zerbino (2017) indican que al utilizar fibras sintéticas en la elaboración de losas o pisos industriales generan beneficios de construcción debido que permite aumentar las dimensiones de estas en comparación con losas hechas de concreto convencional o losas armadas, además disminuye la aparición de fisuras a pesar de que las medidas son mayores o la geometría de estas estructuras son irregulares, esto lleva consigo a una mayor vida útil en servicio.

Abanto (2017) sostiene que la hipótesis planteada en su estudio se cumple parcialmente ya que a los 28 días de curado el concreto con adición de fibras de acero al 1% y 1.5%, el ensayo de resistencia a compresión axial, llegó al más del 15%, logrando aumentar hasta un 40% de la resistencia de diseño. Sin embargo, no cumple en los ensayos de resistencia a la flexión a los tercios de la luz y resistencia a la tracción por compresión diametral debido a que el módulo de rotura alcanzado en estos ensayos no fue superior, sino que se mantuvo entre los parámetros de las normas. Por otro lado, Vega (2019) señala que las macrofibras sintéticas tienen un buen comportamiento de las estructuras debido que aumenta la tenacidad de estas luego de haber llegado a su punto máximo de resistencia permitiendo seguir resistiendo cargas ya que se produce un efecto costura con la matriz cementicia, asimismo, ayuda a prevenir la presencia de fisuras a la edad madura, en caso suceda la fisuración, las fibras sintéticas ayudan a controlarlas y evita que aumenten su tamaño o se sigan propagando.

Córdoba (2015) llega a comprobar el aumento en la capacidad de absorber energía (tenacidad) del concreto reforzado con fibra, tanto para las fibras de acero como para las fibras macro sintéticas. Esta propiedad se evidencia con un aumento en el área bajo la curva carga-deformación. Asimismo, Rojas (2017) considera que mientras se aplique mayor dosificación a la matriz patrón genera que la capacidad de absorción de energía aumente por ende la resistencia a la flexión mejore, de igual manera, la tenacidad crece conforme existe la presencia de fibras sintéticas en la matriz, además, utilizar macro fibras sintéticas tienen un buen control de fisuras en los elementos estructurales tanto en estado fresco como endurecido, ocasionando una mayor vida útil de las estructuras.

Ortiz (2015) señala que la adición de fibra de acero al concreto para un $f'c = 280$ kg/cm², en la resistencia a flexión le genera un aumento considerable a medida que se incrementa el porcentaje de fibra de: 47.61%, 87.86%, y 118.07%, para 30kg/m³, 50 kg/m³ y 70 kg/m³, de fibra de acero y 0.9% del peso de cemento de Sikament 290N, respectivamente.

Los aportes de las tesis citadas permiten tener un mejor panorama del comportamiento de la resistencia del concreto, las fibras de acero y fibras sintéticas, desarrollando un mejor desempeño de elementos estructurales como las losas apoyadas sobre el terreno, las cuales están sometidas a grandes cargas estáticas y dinámicas. Es por ello, que el concreto fibroreforzado (CFR) aporta una mejor resistencia según el volumen de fibras que se utiliza. Además, La morfología de las fibras cumplen diferentes factores importantes antes y después de ser sometidos a diferentes esfuerzos, lo cual, comparado con el concreto simple o convencional, este tiende a tener falla frágil, en cambio el CFR suele resistir más y ayuda a contrarrestar el agrietamiento y post fisurado generando una falla dúctil.

Sika, es una empresa global de productos químicos para los sectores de construcción y automoción, siendo Sika una de las que desarrolla y comercializa especialidades químicas para impermeabilizar, adherir, amortiguar, reforzar y proteger estructuras. Realizando diferentes proyectos nacionales con sus productos, dentro de ellos tenemos, Trasvase Olmos (Lambayeque) en la cual utilizo fibras de acero para la construcción de un túnel de 800 metros. Además, En la Mina Chungar (Cerro de Pasco), se aplicó fibras de acero para mejorar la calidad y ductilidad del shotcrete (concreto lanzado). Asimismo, en la Mina Consorcio Horizonte (La Libertad), se aplicaron fibras en el shotcrete, Por otro lado, en la Mina San Cristóbal (Pasco), se colocaron fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto tradicional y concreto proyectado (shotcrete). También, en Central Hidroeléctrica Cerro del Águila (Huancavelica), Central Hidroeléctrica Quitarasca (Huaylas) y Central Hidroeléctrica Santa Teresa (Cusco), se aplicó fibra de acero encolada para mejorar la ductilidad del Shotcrete, de acuerdo a Sika (2015)

Prodac - Bekaert, es una empresa asociada con el grupo Bekaert (líder mundial tecnológico en soluciones avanzadas para la transformación y revestimiento del metal) la cual brinda soluciones de alambre de acero a muchos sectores, como la Construcción, Agricultura, Minería, Infraestructura e Industrial, con una amplia gama de productos, tales como gaviones, mallas, alambre de púas, clavos y alambre galvanizado. Esta empresa realizo proyectos de inversión en el Perú y en el mundo, por ejemplo, En el proyecto de agua residual la chira (Lima), emplearon fibras de acero en el shotcrete. Asimismo, en la corporación Miyasato (Lima) incluyeron fibras de acero en la losa apoyada sobre el suelo, con una dosificación de 20 kg/m^3 y un espesor de losa de 15cm. También se empleó, en la planta Imecon (Punta negra-Lima), se aplicó fibras de acero en la losa apoyada sobre suelo, el diseño de concreto fue de 280 kg/cm^2 , una dosificación de 20 kg/m^3 y un espesor de 19 cm.

De igual manera, en Patio Norte Sinchi Roca (Lima), aplicaron fibras de acero para un pavimento rígido, con una dosificación de 20 kg/m^3 y un espesor de 20 cm, acorde con Prodac (2020)

En el sector de las industrias generalmente se utiliza vehículos pesados (carga dinámica) y andamios o estantes (carga estática) los cuales generan desgaste en losas industriales las cuales son diseñadas de manera convencional o utilizando refuerzo armado, ocasionando fallas por las cargas a las que están expuestas y/o soportan durante su uso, fatigando al concreto y manifestándose con el agrietamiento. Cemex (2002) manifiesta que, “El agrietamiento se puede producir por una combinación de factores tales como contracción por secado, contracción térmica, restricción (externa o interna), asentamiento de la subrasante y la aplicación de cargas.”

Asimismo, utilizar fibras de acero o fibras sintéticas en la matriz cementicia ayuda a mejorar la resistencia a flexión del concreto, tenacidad y capacidad de absorción de energía, entre otras características siendo tecnologías que no son muy conocidas, a causa de ello, son poco utilizadas en la construcción de este tipo de estructuras como son las losas apoyadas sobre el terreno, generando reducción de la vida útil para la cual es diseñada, causando esfuerzos de tensión que exceden la resistencia a flexión del concreto. Teniendo en cuenta, que las cargas estáticas (donde se ubican la materia prima o producto final) son las que originan mayores esfuerzos de flexión a los pisos industriales. Por ello, Chumpitaz y Nava (2019) destacan que los centros de distribución (Centros comerciales) están conformados por un conjunto de estanterías, las cuales están conectadas a una losa de concreto hidráulico y sobre ellas circulan vehículos trilaterales o montacargas, que movilizan, ordenan y distribuyen la mercadería a los vehículos de reparto por medio de una guía magnética, lo

que requiere una planimetría estrictamente examinada para un tránsito seguro y eficiente en el recorrido.

La resistencia del concreto, tenacidad, y demás particularidades del concreto son características importantes dentro de las estructuras de concreto las cuales pueden ser alteradas por diversos factores, como la morfología de los áridos y el tipo de concreto que conforma el conglomerado. Por lo tanto, García y Quesada (2012) indican que los pisos industriales de concreto, no sólo deben resistir las cargas por flexión, por tráfico y especificaciones de trabajo; sino, problemas como reducción en sus propiedades físico mecánicas, fisuración, alabeo y desnivelación entre las losas.

El desarrollo tecnológico ha evolucionado de la mano con el concreto, encontrando diferentes soluciones innovadoras, debido al avance de la sociedad, es por ello, la importancia de desarrollar esta investigación basándose en el análisis documental de diferentes estudios como tesis, artículos científicos, artículos de revistas y manuales de construcción de losas apoyadas sobre el terreno, los cuales brindan un adecuado soporte de información relevante.

El uso de fibras en el concreto es una solución innovadora que brinda beneficios a las propiedades del concreto, sin embargo la aplicación de estas no son actualmente aprovechadas de la mejor manera, es por ello, que realizar esta investigación la cual permite tener un mejor enfoque de las características, comportamiento y costo que implica construir estructuras con fibras de acero y sintéticas mejorando sus características del concreto, al mismo tiempo resolver problemas de capacidad de carga, inestabilidad, agrietamiento y tiempo de vida útil en losas industriales apoyadas sobre el suelo las que están sometidas a

diferentes cargas tanto dinámicas y estáticas, como son las personas, vehículos, materias primas y productos finales para las cuales están destinadas.

Al no desarrollar este estudio, seguirán existiendo dudas sobre los beneficios y diferencias que existe entre utilizar fibras sintéticas y metálicas en la producción de losas industriales, generando una menor durabilidad de estas, ya que generalmente son diseñadas de manera convencional con barras de acero o malla electrosoldada, sin evitar el control de agrietamiento generado por las diversas cargas a las que están expuestas durante la vida útil. Por otro lado, utilizar fibras dentro de la matriz cementicia en la construcción de losas beneficia durante el proceso constructivo debido que se pueden realizar paños más grandes y en algunos casos reducir el espesor de la losa, a comparación de utilizar refuerzo convencional, esto trae consigo mejores resultados a largo plazo y un mejor desempeño durante el servicio para la cual está destinado.

También, afecta directamente a las características del concreto generando fallas en estas de tipo estructural, ocasionado por la fatiga debido a la constante cargas dinámicas y estáticas a las que está expuesta, como la circulación de vehículos pesados, lo cual, genera que superficialmente aparezcan grietas las cuales pueden extenderse y deteriorar estas estructuras durante su vida útil.

1.2. Antecedentes de la investigación

La investigación de **Murugan, Stephen y Gettu (2020)** sobre influencia de la geometría de la fibra en la fractura del hormigón reforzado con fibra de acero, tiene como objetivo examinar la influencia de la geometría de la fibra en las propiedades de fractura, considerando dos tipos diferentes de fibras de acero 3D y 5D. La investigación experimental incluyo 16 muestras con dimensiones de 150x150x500 mm, aplicando 8 muestras con una

dosificación de 45 kg/m³ de fibras 3D y 8 muestras con una dosificación de 35 kg/m³ de fibras 5D. La investigación incluye curvas de carga frente a desplazamiento de la abertura de la boca de la fisura y tablas de parámetros de tenacidad a la flexión aplicando límites de proporcionalidad o resistencia a la flexión. Se determinó que las fibras con un doblez (3D) a 45 kg/m³ y las fibras con dos torceduras (5D) a 35 kg/m³ dan los parámetros característicos de resistencia a la flexión y resistencia a la rotura son similares. Sin embargo, en términos de desempeño promedio, las fibras 5D son marginalmente mejores, aunque se usan en dosis más bajas.

Esta investigación brinda conocimientos sobre la forma y tipo de fibra de acero que son empleadas en la elaboración de concreto fibroreforzado las cuales influyen dentro de las propiedades mecánicas del concreto, llegando a utilizar diferentes dosificaciones con el fin de tener resistencia a la flexión similares. Este estudio involucra las variables y unidades de la actual investigación, tratando de generar respuestas predecibles a la investigación actual.

El estudio de **Ramos (2020)** sobre análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero, mantiene como objetivo principal comparar la resistencia mecánica del concreto $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibras de polipropileno, acero y ambas fibras, con el concreto patrón. La investigación comprende 15 muestras patrón, 45 muestras con fibras de acero, 45 muestras con fibras de polipropileno y 45 muestras con ambas fibras, las cuales son ensayadas a la compresión, flexión y tracción indirecta, aplicando una dosificación de 15, 30 y 45 kg/m³ para las fibras de acero y 400, 600 y 800 gr/m³ para las fibras de polipropileno, por último se añadió 400 gr/m³ fibra de propileno más 15 kg/m³ de fibra de acero, 600 gr/m³ fibra de propileno más 30 kg/m³ de fibra de acero y 800 gr/m³ fibra de propileno más 45 kg/m³ de fibra de acero. La investigación incluye tablas de ensayos realizados a todas las muestras hechas, además

módulo de elasticidad, costo beneficio de la utilización de las fibras. Llegando a concluir que el concreto reforzado con fibra de polipropileno y el concreto reforzado con ambas fibras incrementan el comportamiento mecánico del concreto en la resistencia a compresión, flexión y tracción indirecta debido a que disminuye la porosidad. Mientras que el concreto reforzado con fibra de acero disminuye la resistencia a compresión debido a que disminuye la trabajabilidad, sin embargo, incrementa la resistencia a flexión y tracción ya que proporciona ductilidad al concreto.

Esta investigación considera que las fibras de sintéticas tienen un mejor comportamiento en las propiedades mecánicas de un concreto fibroreforzado frente a las metálicas, principalmente por el impacto que genera las dosificaciones de estas dentro de la matriz cementicia. Este estudio guarda una relación con las variables y unidad de investigación llevando a plantear y considerar posibles hipótesis.

En la investigación de **Carranza (2018)** sobre aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, en losas industriales en el distrito de huarochirí-lima, incluye como objetivo determinar la variación del concreto con la incorporación de fibras de acero en el mejoramiento del comportamiento mecánico del concreto. La investigación comprende 3 muestras de concreto patrón, 3 probetas en la que se aplica 40kg/m^3 de fibra de acero, 3 probetas en la que se aplica 60kg/m^3 de fibra de acero y 3 probetas en la que se aplica 80kg/m^3 de fibra de acero. El estudio incluye tablas de ensayos realizados a los agregados granulares, diseño de mezcla del concreto patrón más cantidad de fibras para agregar, elaboración de probetas cilíndricas y en forma de vigas, tablas de las muestras aplicando el ensayo a la compresión, resistencia a la flexión por tracción y evaluación del módulo de rotura. Debido a ello se concluye que el esfuerzo a la flexión o el módulo de rotura incrementa con una dosificación de 5.2% (80 kg/m^3) de fibra

de acero, por lo general se puede decir que a mayor cantidad de fibra usada tiende a mejorar el comportamiento a flexión del concreto, es por ello que, al utilizar estas fibras dentro del diseño de losas de concreto trae consigo beneficios, pues en general estos elementos se encuentran sometidos a grandes esfuerzos de flexión, por lo que, si el comportamiento a flexión mejora, se pueden lograr reducciones de espesor importantes, por otro lado, se reduce el tiempo de su ejecución, asimismo, en este estudio se muestra que utilizando fibras de acero se llega a reducir el espesor de un pavimento, frente a utilizar el concreto tradicional asimismo a nivel de costos se puede llegar ahorrar hasta el 44%.

Esta investigación da conocimientos del comportamiento mecánico del concreto utilizando fibras de acero en diferentes dosificaciones. Además, al ensayar las probetas realizadas llega a determinar que, en el diseño de losas industriales, mejora la resistencia a flexión y reducir el espesor de esta. Esta investigación está vinculada con las variables y unidad de estudio, tentando generar posibles respuestas anticipadas del estudio que se realiza.

En el estudio de **Carrillo, Silva y Sánchez (2016)** sobre desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero, posee como objetivo evaluar el contenido de fibras de acero necesario para obtener un desempeño a flexión equivalente al de la losa de concreto sobre terreno reforzada con malla electrosoldada y con la cuantía mínima por contracción y temperatura. El programa experimental incluyó ensayos a flexión de 10 losas cuadradas de 600 mm de lado, 100 mm de espesor y diferente tipo de refuerzo, losas con malla electrosoldada de alambres formados en frío con diámetro de 5 mm y aberturas cuadradas de 150×150mm, losas con diferentes contenidos de fibra de acero (5, 9 y 18 kg/m³), y losas de concreto simple. Por otro lado, el estudio considera las curvas carga-deflexión se utilizaron para determinar la absorción de energía asociada a

diferentes valores de deflexión en el centro del claro de la losa. Los resultados de un análisis de regresión lineal se utilizaron para proponer el contenido equivalente de fibras de acero para reemplazar, para un valor determinado de deflexión, el refuerzo convencional de la losa de concreto sobre terreno. La investigación llega a concluir que, en las losas reforzadas con malla electrosoldada, la tasa de degradación de resistencia fue mayor, el colapso fue más rápido y las grietas se empezaron a notar más tarde que en los especímenes reforzados con fibras de acero. Por tanto, las fibras de acero podrían generar un modo de falla de las losas de concreto más dúctil que el refuerzo con malla electrosoldada, que es un desempeño fundamental en elementos de concreto reforzado.

Este estudio expone que añadir fibras de acero en losas de concreto mejora el tipo de falla a comparación de una losa convencional o de malla electrosoldada, trayendo consigo beneficios en la resistencia a la flexión, asimismo, esta investigación está relacionada con una variable y unidad de estudio, lo que permite tener mejores consideraciones del comportamiento de las propiedades mecánicas de un concreto fibroreforzado.

En la investigación de **Córdoba (2015)** sobre análisis comparativo teórico y económico, entre fibras sintéticas y de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyadas sobre suelos, donde su objetivo consiste en realizar un análisis comparativo teórico y económico, basado en parámetros obtenidos de pruebas experimentales, entre las fibras sintéticas y de acero utilizadas como refuerzo en losas apoyadas sobre el suelo; con el propósito de satisfacer y mejorar las propiedades para las cuales se utiliza el refuerzo tradicional en este tipo de losas. El programa experimental de esta investigación se enfocó en buscar una equivalencia en la capacidad residual para el concreto reforzado con fibras de acero bekaert dramix 3D 80/60® y con fibras macro sintéticas ruredil x fiber-54®. Por ello, se utilizó un diseño de mezcla de concreto

premezclado de la empresa amco, con una misma resistencia a la compresión ($f'c=27,5$ mpa= 280 kg/cm^2), al que se le dosificó la fibra macro sintética en $3,5 \text{ kg/m}^3$, $4,5 \text{ kg/m}^3$ y 6 kg/m^3 y fibra de acero en 20 kg/m^3 y 30 kg/m^3 . Además, se consideró tablas de ensayos a resistencia a compresión flexión, capacidad residual de la flexión residual, asimismo se diseñó una losa industrial. Se concluye que las fibras macro sintéticas x fiber-54® pueden alcanzar capacidades residuales iguales a las fibras de acero dramix 3D 80/60®. Por lo tanto, se pueden realizar diseños equivalentes de frc utilizando cualquiera de los dos tipos de fibra. La igualdad de capacidades para este proyecto se logró con una dosificación de fibras de acero dramix 3D 80/60® de 20 kg/m^3 y con una dosificación de 6 kg/m^3 de fibra macro sintética x fiber-54®, por otro lado, las soluciones de diseño con fibra, realizadas por medio del enfoque plástico, son económicamente más factibles que cualquiera de las soluciones realizadas por medio de enfoques elásticos. El ahorro obtenido depende de la metodología de cálculo del refuerzo del diseño convencional que se utilice, produciendo ahorros desde un 15% hasta un 40%.

Esta investigación permite desarrollar la influencia de las fibras sintéticas y metálicas en las losas apoyadas sobre el suelo, utilizando diferentes dosificaciones de fibras para el diseño de losas con diferentes metodologías (elásticos y plásticos). Además, considera que el uso fibras pueden sustituir a las armaduras, por ello, mientras mayor dosificación de fibras, mayor es la carga residual que soporta, tiene influencia la morfología de estas, trayendo consigo un mejor comportamiento frente a las fisuras. Por ello, esta tesis tiene una gran relación con las variables y unidad de estudio, llevando a proponer y formular posibles hipótesis para nuestra investigación.

En el estudio de **López (2015)** sobre análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y

consumo de fibra adicionado, tiene como objetivo realizar un análisis comparativo entre un concreto sin fibra (concreto de referencia) y los reforzados con dos tipos y diferentes porcentajes volumétricos de fibra; dicho análisis trata de sus propiedades en estado fresco y endurecido. El estudio comprende la fabricación de mezclas de concreto con agregado grueso de origen calizo de 3/8" de tamaño máximo, arena andesítica, cemento portland compuesto resistente a los sulfatos (cpc 40 rs), fibra de acero dramix (rc 65/35 bn) y macrofibra de polipropileno (mac matriz). En total se fabricaron ocho mezclas; una sin fibra (mezcla testigo o de referencia), tres con fibras cortas de acero para porcentajes volumétricos de 0.5, 0.75 y 1.0% (0, 40, 60 y 80 kg/m³) y cuatro con macrofibras de polipropileno para porcentajes volumétricos de 0.25, 0.5, 0.75 y 1.0% (2.3, 4.6, 7.0 y 9.3 kg/m³). Además, se determinaron las propiedades en estado fresco de cada una de las mezclas: revenimiento, masa volumétrica, contenido de aire atrapado, cono invertido y resistencia al agrietamiento por contracción plástica. Asimismo, en estado endurecido se determinó: resistencia a compresión, tensión, flexión, cortante, impacto, abrasión, módulo elástico, contracción por secado, tenacidad, permeabilidad al agua y flujo plástico (creep). El estudio concluye que, la trabajabilidad del concreto se reduce de forma proporcional al consumo de fibras, tanto de acero como de polipropileno, sin embargo, la trabajabilidad es menor cuando se adicionan fibras cortas de acero, asimismo, inclusión de fibras de acero y de macrofibras de polipropileno en las mezclas de concreto ayuda de manera sustancial a disminuir la aparición de grietas por contracción plástica; conforme se aumenta el consumo de fibra se logra disminuir en número, espesor y longitud las grietas. Por otro lado, desde el punto de vista costo-beneficio el consumo de fibras de acero que tuvo mejor desempeño, dentro de los consumos estudiados, fue el de 60 kg/m³ (M3) Por otra parte, para el caso de las macrofibras de polipropileno el consumo que tuvo mejor desempeño fue el de 7.0 kg/m³ (M7).

En esta investigación nos brinda un aporte que, al añadir fibras de acero y/o fibras sintéticas dentro de la matriz cementicia, generando reducir grietas tanto en longitud como espesor, de la misma manera, se puede lograr reducir el espesor de una losa conforme se incrementa la dosificación empleada y las características de las fibras.

En la investigación de **Meza (2015)** sobre optimización del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en pisos industriales, basado en análisis experimental y numérico, cuyo objetivo fue optimizar el empleo del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en diferentes dosificaciones para el uso en losas industriales, estudiando la interacción con el suelo en diferentes terraplenes, buscando su rendimiento mecánico y de costo. (pg. 28). la metodología empleada consiste en realizar un estudio socio-económico del concreto aplicado a losas industriales; para esto, se consultaron diferentes fuentes bibliográficas, hemerográficas e internet. las cuales fueron fortalecidas con una campaña de encuestas aplicadas al sector industrial, para recabar información referente al comportamiento del piso industrial, así como las causas de los problemas y el impacto social que estas le pueden ocasionar. además, se realizó una campaña experimental, donde se estudió el comportamiento mecánico de nueve fibras (cinco de acero y cuatro de polipropileno) comparándolas con un concreto simple, seleccionando 2 de ellas. (pg. 32-33). para obtener la consistencia y/o trabajabilidad de la mezcla de concreto se realizó mediante la prueba de revenimiento de las fibras ensayadas están entre 9-13 cm, utilizan para los ensayos de fibras de acero con una dosificación entre 20 y 40 kg/m³, las vigas de concreto reforzado con fibras de acero (sfrc) las cargas máximas llegan a ser de hasta un 17% mayor con respecto a la viga de referencia (sin fibras, nf). puede verse que el concreto sfrc 30 kg/m³ tuvo un mejor comportamiento global en su índice de tenacidad que el resto de dosificaciones y concreto sin fibras. las curvas carga-deflexión, en las cuales se puede observar un aumento

en la ductilidad, provocadas por la acción de las fibras. en cuanto a las cargas máximas por flexión, son mayores utilizando fibras a respecto de un concreto tradicional. (pg. 78-105). la caracterización a flexión de vigas normalizadas, se encontraron las siguientes tendencias en cuanto a tenacidad: los concretos reforzados con fibras de acero con ganchos en sus extremos mostraron el mejor comportamiento pre-fisura y post-fisura, le siguen en soporte los hechos con fibras de acero onduladas y por último las fibras de acero dentadas. en el caso de las fibras de polipropileno, éstas tienen un comportamiento similar en el régimen pre-fisura, pero en el régimen post-fisura el mejor desempeño lo obtuvo el concreto reforzado con la fibra ondulada en comparación con el reforzado con la fibra recta. (pg. 184-185).

Este estudio brinda diferentes tipos fibras adicionadas a una mezcla patrón, dando una excelente noción del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de acero. Asimismo, la resistencia a la flexión tiene un mejor comportamiento en la pre y post fisuras utilizando fibras, por otro lado, afirma que las fibras de acero tienen un mejor desempeño a comparación de las fibras de polipropileno. Esta investigación da aportes relacionados directamente con nuestras variables y unidad de estudio, esto conlleva a plantear hipótesis preliminares.

En el estudio de **Álvarez y Silva (2020)** sobre análisis de costos y tiempos para la construcción de la placa en concreto del concesionario automotriz ford av. Boyacá 170-97 con la inclusión de macrofibras sintéticas y la implementación de la metodología bim, donde el objetivo del presente estudio fue analizar el costo y tiempo en la implementación de macro fibras sintéticas en los concretos de losas de contrapiso empleando la metodología bim. El programa experimental se realizó en 5 fases, donde la primera fase consiste en que a partir de las bases de datos de la universidad y toda la información disponible se buscó todo lo relacionado con la implementación de nuevos materiales para reforzamiento del concreto.

Con esta información se adentra a un campo nuevo en el uso de las fibras o macro fibras sintéticas. La segunda fase, desde el diseño inicial de la bodega se elaboraron los presupuestos generales para su construcción, uno de ellos tomando como base el despiece estructural involucrando la malla electro soldada. Así mismo, se relacionan los 5 tipos de macro fibra sintética su composición y la dosificación por m³ de concreto para el segundo presupuesto. En la tercera fase, teniendo en cuenta el diseño inicial y a partir de un modelo digital se permite visualizar el comportamiento del concreto para las placas de contrapiso con el uso de malla electro soldada y con macro fibras sintéticas. En la cuarta fase, se verifica la utilidad en tema de costo; teniendo en cuenta que se ha hecho el análisis para el concreto de las placas con refuerzo de malla electro soldada y refuerzo con macro fibra sintética. Y en la última fase, a partir del análisis de costo se permite dejar una guía de uso de macro fibras sintéticas para losas de contrapiso, respecto a la dosificación y las condiciones del concreto. (pg. 32-35). En los resultados del presente proyecto, tenemos que en el presupuesto que involucra la colocación de malla electrosoldada en la losa de contrapiso y de entrepiso, con traslapo de 15 cm. Según los cálculos se requieren 203 mallas entre placa de contrapiso y de entrepiso. El valor del presupuesto con malla electrosoldada tiene un costo directo por \$628.873.231,46. Con fibraplas concrete de abacol el valor del presupuesto con esta fibra abacol en costo directo es de \$618.818.188,46. Con fibra forta de copropisos el valor de este presupuesto con fibra forta en costo directo es de \$ 631.611.633,24. Con fibra maxten de toxemen el valor de este presupuesto con fibra maxten en costo directo es de \$628.459.347,24. Con fibra sikafiber ad de sika el valor de este presupuesto con fibra sikafiber en costo directo es de \$618.265.372,50. Con fibra tuf strand sf de toxemen el valor de este presupuesto con fibra tuf strand en costo directo es de \$655.391.960,64. (pg. 38-51). Después de hacer el análisis para la incorporación de las macrofibras en el concreto, se

encontró la diferencia entre los presupuestos, demostrando que de las cinco macrofibras analizadas tres presentan un menor costo, dando un promedio del 1.18% de diferencia económica vs la malla electrosoldada. (pg. 81)

Esta Investigación permite tener un enfoque amplio sobre el análisis de costo-beneficio con respecto a las macrofibras sintéticas añadidas a la matriz cementicia. Así mismo, nos brinda la información de las diferentes marcas de macro fibras que fueron utilizadas para realizar el análisis de presupuesto. Finalmente, este estudio no está enfocado directamente a nuestra unidad de estudio que serian las losas industriales, pero si contempla con una de nuestras variables principales que es las Fibras sintéticas.

En la investigación de **Zamorano (2018)** sobre análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electrosoldada en hormigones para pavimentos industriales, cuyo objetivo fue realizar un análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electro-soldada en hormigones para pavimentos industriales. (pg. 13). para realizar dicha investigación primero se caracterizaron los tipos de macrofibras disponibles utilizadas en pavimentos industriales, como refuerzo en reemplazo de la malla electrosoldada, luego se analizaron técnicamente ambas soluciones y por último se estima un porcentaje de ahorro para la construcción de dichos pavimentos, de esta manera, se desarrolla el análisis técnico económico y se encuentra la solución apropiada para los pavimentos de hormigón industriales antes mencionada. en los resultados se realiza 3 tipos de 32 análisis (a, b y c). donde el análisis de precio unitario a, se basó en la incorporación de macrofibra de polipropileno en terreno, donde el ayudante, incorpora la macrofibra en el camión de hormigón, la cual se mezcla en un proceso de cinco minutos y se obtuvo un costo de \$ 7.809.852. en el análisis de precio unitario b, muestra el análisis de la incorporación de

macrofibra en la planta de hormigón, donde se obtuvo un costo de \$ 8.039.041. y en el análisis de precios unitarios c, se realiza el presupuesto con el refuerzo de la malla electro soldada, la cual necesita más tiempo para su colocación y para su traslado, donde se obtuvo un presupuesto de \$ 9.696.340. la incorporación de macrofibra en los phi, sobre la malla electro-soldada como refuerzo, satisfacen tanto a la constructora o constructor y al mandante o dueño de los proyectos a construir, donde les dará la confianza de un buen material, que los va a satisfacer tanto económica como técnicamente. por estas razones, la aplicación de dicha solución está en incremento a nivel mundial y cada vez se incorpora más a nuestro país, sobre todo en pavimentos industriales de hormigón. (pg. 49).

Esta investigación contempla la influencia de las macrofibras de polipropileno en pavimentos industriales, realizando 3 diferentes análisis de la incorporación de las fibras para el diseño de losas con diferentes metodologías. Además, considera que el uso macrofibras de polipropileno permiten tener un ahorro de tiempo y economía frente a las mallas electro soldadas. Como consecuencia, satisfacen a la constructora o constructor y al mandante o dueño de los proyectos a construir. Por ello, esta tesis tiene una gran relación con una de nuestras variables y unidad de estudio, lo cual nos lleva a proponer y formular posibles hipótesis para nuestra investigación.

En la investigación de **Guerini, Conforti, Plizzari y Kawashima (2018)** sobre influencia del acero y las fibras macro sintéticas en las propiedades del hormigón, donde el objetivo consistió en realizar un estudio exploratorio sobre la influencia de las fibras de acero (alta rigidez) y macro sintéticas (baja rigidez) en las propiedades frescas del hormigón, considerando la trabajabilidad y el contenido de aire, así como el comportamiento mecánico resultante. se estudiaron cuatro tipos de fibras (2 fibras de acero con forma de gancho en los extremos y 2 fibras de polipropileno) en dos fracciones volumétricas (0.5% y 1.0%) en dos

hormigones base con diferentes relaciones agua-cemento (0.45 y 0.50) usando la prueba de asentamiento, prueba de mesa de flujo din y medidor de contenido de aire. en este documento se propone un parámetro adicional para la prueba de la tabla de flujo din para cuantificar la dirección de flujo preferencial potencial causada por la orientación y el enredo de las fibras. (pg. 3). los resultados del medidor de aire mostraron que las fibras causaron solo un ligero aumento en el contenido de aire del concreto; esto concuerda bien con los resultados de las pruebas mecánicas, que no mostraron ningún efecto aparente sobre la resistencia a la compresión medida. además, se capturó que, para una determinada fracción de volumen de fibra, la trabajabilidad del hormigón en general se vio más afectada por las fibras de acero que por las macro sintéticas. por último, para una relación de aspecto y una fracción de volumen de fibra dadas, las fibras más largas (tanto de acero como macro sintéticas) provocaron un mayor aumento en la rigidez del hormigón en comparación con las fibras más cortas. (pg.11).

Esta investigación brinda conocimientos del comportamiento mecánico del concreto con fibras macro sintéticas y fibras metálicas utilizando diferentes fracciones volumétricas de fibras en el diseño de concreto. Así mismo, este estudio acota que la morfología de la fibra tiene un rol importante dentro de la matriz cementicia, dando como dato que las fibras mas largas tanto de acero como las macro sintéticas generan un aumento en la rigidez del concreto. Este estudio está relacionado directamente con las variables, es por ello que sirve para proponer una posible respuesta del tema que se está investigando.

En el estudio de **Altamirano, Pombo, Giaccio y Zerbino (2017)** sobre hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para la ejecución de pisos y pavimentos industriales, cuyo objetivo fue evaluar la performance de tres macrofibras sintéticas diferentes incorporadas en dosis variables sobre los que se determinaron los parámetros residuales en

flexión. en cada caso en dosis de 1,2,3,4 y 5.5 kg/m³ se moldearon 3 o 4 cilindros de 100x200 mm para evaluar la resistencia a compresión y 3 prismas de 150x150x600 mm para evaluar la resistencia y capacidad residual en flexión según la norma ASTM C1609. en este último caso se utilizó un sistema instron con control por lazo cerrado a partir de la señal de dos lvdt que registran la flecha, ubicados al centro de sendos marcos de carga fijos a ambos lados del prisma en coincidencia con los apoyos a mitad de altura, uno con posibilidad de rotar y otro que también permite movimiento lateral. en la figura 2 muestra curvas típicas tensión – flechas obtenidas en los ensayos de flexión para los hrf con las fibras a y b; se aprecia con claridad cómo el uso de contenidos de fibras crecientes incrementa la capacidad residual. la figura 3 hace lo propio para las mezclas que incorporan aditivo expansor, en este caso se representa la curva correspondiente al hormigón sin fibras (s) como referencia. se aprecia que la inclusión del aditivo expansor no genera mayores cambios en la respuesta mecánica en flexión. así mismo, la figura 4 corresponde a los hrf que incorporan la macrofibra c. como era de esperar pueden existir diferencias sustantivas en la capacidad residual que aporta una dada dosis de refuerzo conforme el tipo de macrofibras empleado. (pg.19). en las conclusiones, la incorporación de macrofibras sintéticas ofrece las siguientes ventajas: reduce el impacto de la deformación y el riesgo de agrietamiento, las macrofibras sintéticas, incorporadas uniformemente en el hormigón de fábrica, proporcionan una garantía mucho mayor de la calidad de la mano de obra, eliminando el riesgo de un incorrecto posicionamiento y recorte de las barras de acero. (pg.26).

Este estudio permite tener una mejor perspectiva sobre el desempeño de concreto adicionando diferentes dosis de macro fibras sintéticas. Así mismo, ofrece una serie de beneficios que puede obtener la matriz cementicia agregando las macrofibras sintéticas.

Finalmente, esta relacionado directamente con una de nuestras variables (Fibras sintéticas) y con nuestra unidad de estudios que vendría a ser los pisos industriales.

En la investigación de **Chávez y Vásquez (2021)** sobre análisis económico del uso de la fibra macrosintética sikafiber force-60 mediante el software sika@fiber save para losas industriales de concreto, trujillo 2021, donde su objetivo es realizar un análisis económico del uso de macrofibras sintéticas sikafiber force-60 mediante el software sika@fiber save para losas industriales de concreto, trujillo 2021. (pg. 88). En esta investigación se utilizó un diseño no experimental, descriptiva, el muestreo fue teórico, la recolección de datos se realizó con la observación, el instrumento utilizado fue fichas de recolección de datos, los cuales fueron proporcionados por la empresa ondac s.r.l. para el análisis de datos se empleó la estadística descriptiva a través del software sika fieber save, donde se obtuvo la dosificación óptima de fibras de 3 kg/m^3 , para una carga específica de 50 kn, espesor de 0.15 m y calidad de concreto con $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. La presente investigación nos muestra el resumen de costos entre el acero y la fibra sintética, el cual es $\text{s}/.32,760.00$ y $\text{s}/.14,586.00$ respectivamente, concluyendo con el porcentaje de ahorro de 55.48 % que expresado en soles es de $\text{s}/. 18,174.00$. Finalmente, se concluye que con el empleo del software sika@fiber save se logró una reducción de costos respecto a la propuesta original, la cual cumple con todos los parámetros de diseño contemplados en el aci 360r y el tr-34, basados en la metodología westergaard. (pg. 141).

Este estudio contribuye que utilizar macrofibras sintéticas en dosificaciones de 3 kg/m^3 en losas industriales permite obtener un ahorro a comparación de una losa diseñada de manera tradicional, cumpliendo con los parámetros establecidos para el buen funcionamiento y comportamiento frente a las diferentes cargas a las que estará expuesta durante su vida útil.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Concreto

Sánchez (2001) considera que el hormigón se puede definir como una mezcla de material aglutinante (cemento portland hidráulico) de material de relleno (agregados granulares y áridos), agua y posiblemente aditivos de manera similar. Por sí mismo, nueva tecnología, durante la solidificación, se forma un todo compacto y después cierto tiempo puede soportar grandes esfuerzos.

El cemento, el cemento portland hidráulico de uso común tiene propiedades tanto adhesivas como aglutinantes, lo que le da la capacidad de unir agregados o áridos para formar concreto, estas propiedades dependen de la composición, su composición química, grado de hidratación, finura de las partículas, velocidad de fraguado, calor de hidratación y resistencia mecánica a la que puede desarrollarse. (Torres, 2004). Además, el agua es la razón por la que los cementos son hidráulicos, es que tienen la propiedad de fraguar y endurecerse con el agua, debido a una reacción química con esta, por lo que el agua como material en el concreto es el componente hidratante de las partículas de cemento y hacen que desarrollen sus propiedades de unión. (Sánchez, 2001; Torres, 2004). Asimismo, el aire se encuentra en el concreto en la etapa de mezcla, normalmente el aire todavía está incluido en la masa (el aire está naturalmente atrapado), luego es liberado por los procesos de compactación a los que se somete el concreto después de ser colocado (Sánchez, 2001).

Sánchez (2001) toma en cuenta que los áridos o agregados para hormigón, pueden tomarse de aquellos que no perturben ni afecten al fraguado del hormigón hidráulico, es decir, que sean inertes y proporcionen suficiente cohesividad, unidos a una pasta de cemento endurecido, estos materiales pueden ser naturales o artificiales. A medida que la mezcla de

concreto cambia de un estado plástico a un estado de endurecimiento durante el fraguado, el agregado controlará el cambio de volumen en la pasta, previniendo la creación de posibles grietas por contracción plástica que afecten la resistencia del concreto (Sánchez, 2001; Torres, 2004).

Es por ello que se puede decir, que el concreto está compuesto principalmente por cemento, agregados y agua, asimismo contiene alguna cantidad de aire atrapado.

1.3.1.1. Concreto simple

Debido a que todas las propiedades del hormigón endurecido dependen en mayor o menor medida de sus propiedades en estado fresco (plástico), especialmente en lo que respecta a los procesos de mezcla, manipulación, colocación, compactación y acabado. Entre ellos tenemos trabajabilidad, consistencia, ductilidad, medida de trabajabilidad (Slump), factores que afectan la trabajabilidad, segregación, secreción y temperatura. (Sánchez, 2001; Torres, 2004).

Sánchez (2001) atribuye que la manejabilidad es también considerada por el comité 211 de ACI como trabajabilidad, que es aquella propiedad del concreto mediante la cual se determina su capacidad para ser colocado y consolidado apropiadamente y para ser terminado sin segregación dañina alguna. Por otro lado, la consistencia caracteriza el estado plástico del concreto, es consistencia, que se refiere a su fluidez, es decir, qué tan dura (seca) o blanda (líquida) es la mezcla de concreto cuando se encuentra en estado plástico, por eso se le llama grado humedad.

La medición de trabajabilidad, para medir la trabajabilidad de una mezcla de concreto, cuenta con diferentes ensayos, siendo el más importante el ensayo de asentamiento debido a que es muy utilizado por su sencillez y rapidez de realización, mide la consistencia

o fluidez del concreto recién mezclado con un máximo tamaño de agregado grueso de hasta 50,8 mm (2") (Sánchez, 2001). Entre los factores que afectan la trabajabilidad, existen diferentes factores que afectan la trabajabilidad de la mezcla de concreto en estado plástico, en los cuales: el contenido de agua en la mezcla, es el principal factor que influye en la trabajabilidad de la mezcla, la plasticidad de la mezcla permitiendo la fluidez en el estado plástico del hormigón, el contenido de aire presente en las operaciones de mezcla y medición del hormigón, la clasificación de los áridos, la forma y textura del árido, la relación de árido en pasta, la relación arena/árido, las condiciones meteorológicas, las condiciones de fabricación y ubicación , entre otros (Sánchez, 2001; Torres, 2004).

Sánchez (2001) menciona que la plasticidad es lo que se llama la densidad del hormigón para que se pueda moldear fácilmente, pero permite que el hormigón fresco cambie de forma lentamente si se le quita el molde, es por ello que no se pueden moldear consistencia muy seca o muy líquida. Por otro lado, la segregación, es la separación de materiales que forman una mezcla heterogénea (como el hormigón), de forma que su distribución deja de ser uniforme por falta de cohesión. Por esta razón, se puede presentar de dos formas, una donde las partículas gruesas tienden a separarse por desplazamiento en los taludes de la mezcla apilada o porque sedimentan más que las partículas finas por la acción de la gravedad, se suele presentar en mezclas seca y no muy pegajoso. Otra forma de separación es la separación de la lechada (cemento y agua) de la mezcla, que se produce en mezclas húmedas y muy diluidas.

Sánchez (2001) menciona que la exudación, consistente en una porción del agua de amasado que tiende a subir a la superficie del hormigón recién colocado o durante el fraguado, es por ello que se dice que es una forma de segregación o deposición de semillas, que no pueden retener toda el agua a medida que se asientan. Por otro lado, la temperatura

del concreto fresco afecta todas las propiedades del concreto en su estado plástico, incluido el asentamiento y el contenido de aire, por lo que es importante verificarlo. (Sánchez, 2001; Torres, 2004).

1.3.1.2. Resistencia del concreto

Sánchez (2001) caracteriza el hormigón bajo todos los estados de tensión a los que está sometido en la estructura, las características más importantes son la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, el módulo de elasticidad y la resistencia al corte, entre otras.

1.3.1.3. Relación agua cemento

Torres (2004) menciona que la resistencia del concreto está determinada por la cantidad real de agua utilizada por cantidad unitaria de concreto, para un grupo dado de materiales y condiciones. Esto se llama la relación agua-cemento.

1.3.1.4. Naturaleza de la resistencia del concreto

Sánchez (2001) considera que la resistencia del hormigón se rige principalmente por la resistencia e interacción de sus fases constituyentes, entre estas tenemos: Resistencia de mezclas de curado e hidratadas (Matriz), Grado de resistencia de las partículas de agregado, Resistencia de los agregados de la matriz interfacial.

1.3.1.5. Factores que influyen en la resistencia del concreto

Diversos factores afectan la resistencia del concreto en estado endurecido, independientemente de la calidad y tipo de material que lo constituya, por ciertas propiedades de sus componentes es una mezcla manejable y bien colocada, se distinguen los siguientes: contenido de cemento, relación agua-cemento y contenido de aire, influencia del

agregado, tamaño máximo del agregado grueso, fraguado del concreto, edad del concreto, dureza del concreto, temperatura, etc. (Sánchez, 2001; Torres, 2004).

1.3.1.6. Medida de la resistencia a la compresión

Sánchez (2001) considera que la resistencia a la compresión es simplemente la principal propiedad mecánica del hormigón, debido a su importancia, en las estructuras convencionales de hormigón armado se expresa en kg/cm^2 , a veces en libras por pulgada cuadrada (psi). 1 psi equivale a $0,07 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Aunque ahora se acepta expresarlo en MegaPascuales (MPa) según el sistema internacional de unidades, el equivalente a 1 MPa es igual a $10,2 \text{ kgf}/\text{cm}^2$. Además, el ensayo más conocido y común para realizar el ensayo de resistencia a la compresión es el ensayo de probetas cilíndricas, además se especifican en normas internacionales como: ASTM C31. Por otro lado, en el lugar donde se viene desarrollando la investigación se rige a la norma peruana como NTP 339.035, agrega Torres (2004).

Figura 1

Ensayo de resistencia a la compresión



Nota: La Figura representa al Ensayo de Resistencia a la Compresión. Tomado de *Construcción de viviendas, edición n°17*(Pag.03), por Aceros Arequipa, 2021.

1.3.1.7. Medida de la resistencia a flexión y tracción

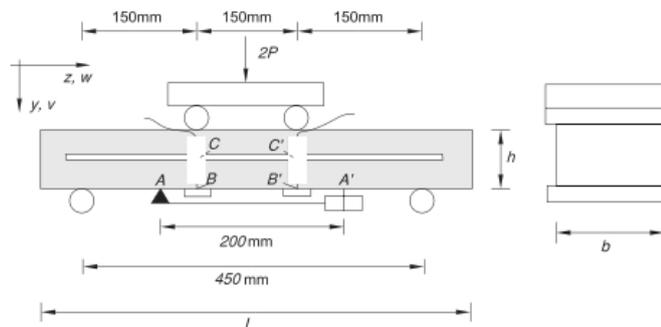
Sánchez (2001). Una de las otras propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido, que es importante, es su resistencia a la flexión, especialmente en estructuras simples de concreto, como pavimentos donde se producen esfuerzos adicionales de remolque debido a la flexión de las placas, cuando el vehículo está pasando. Por otro lado, el concreto tiene una resistencia a la tracción muy baja, sin embargo, la resistencia a la tracción es muy importante en el agrietamiento del concreto al limitar la contracción al secarse o enfriarse.

1.3.1.7.1. Ensayo de flexión

Sánchez (2001) resalta que la resistencia a la flexión del concreto se determina probando una viga cuadrada de 500 mm x 150 mm, fabricada y curada de acuerdo con las normas ASTM C192 y C31. Asimismo, el ensayo descrito en la norma ASTM C78 consiste en soportar vigas a una distancia mínima de 2,5 cm de sus extremos, con una luz de 45 cm, y cargarlas en dos puntos del tercio medio de la luz. Además, el esfuerzo de flexión máximo se denomina módulo de fractura (MR).

Figura 2

Esquema de ensayo a flexión con aplicación de carga



Nota: La figura representa el esquema de ensayo a flexión con aplicación de carga. Tomado de *Fibras como elemento estructural para el refuerzo del Hormigón* (p. 32), por Maccaferri, 2015.

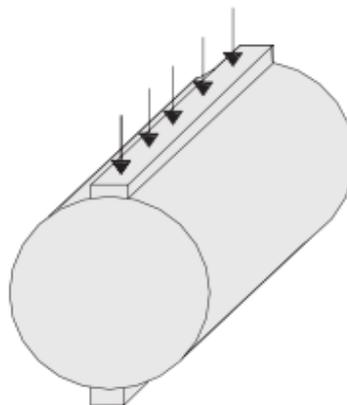
Sánchez (2001) considera que el módulo de Rotura del hormigón es una medida útil para el diseño de pavimentos de hormigón, ya que las losas de pavimento trabajan principalmente en el modo de flexión; por tanto, en estos casos, la calidad del hormigón se determina indicando su módulo de rotura.

1.3.1.7.2. Ensayo de tracción indirecta

Sánchez (2001). La resistencia a la tracción es difícil de medir mediante ensayos directos, debido a la dificultad de ensamblar las probetas y la incertidumbre que existe por los esfuerzos secundarios causados por la porta probetas, para evitar esto se aplica el método denominado tensión indirecta desarrollado por L, Carneiro y A, Bercellos. Dichos Autores utilizan un cilindro regular de 15 x 30 cm a lo largo de dos diámetros opuestos (yacentes), sin embargo, esta resistencia a la tracción indirecta es aproximadamente un 15% mayor según lo determinado por pruebas de tracción directa posteriores, según varias investigaciones que se llevaron a cabo.

Figura 3

Esquema de probeta para ensayo a tracción indirecta



Nota: La figura representa el *esquema de probeta para ensayo a tracción indirecta*. Tomado de *Fibras como elemento estructural para el refuerzo del Hormigón* (p. 30), por Maccaferri, 2015.

1.3.1.8. Comparación de las pruebas

Sánchez (2001) considera que a medida que aumenta la resistencia a la compresión del hormigón, también aumenta la resistencia a la flexión. Sin embargo, la correlación que existe entre la resistencia a compresión del hormigón y su módulo de fractura no es lineal sino parabólica, es decir, a medida que aumenta la resistencia a compresión, también lo hace la resistencia a flexión, pero en menor medida. Además, el módulo de ruptura exhibe valores variables entre 10% y 20% de resistencia a la compresión. Existiendo una correlación que es independiente de la edad y el tipo de agregado utilizado y, por lo tanto, es válida para cualquier mezcla. Para usarlo en el control de rutina del pavimento de hormigón, es suficiente confirmar esta correlación en algunos puntos. Por otro lado, ACI 318, considera que la correlación entre la resistencia a la compresión y el módulo de rotura está dada por:

$$0.62\sqrt{f'c}$$

1.3.1.9. Madurez del concreto.

Existen diferentes formas de evaluar las propiedades del hormigón después de la mezcla, entre las más utilizadas se encuentran el asentamiento, la unidad de masa, el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión, flexión y tracción. En todos estos ensayos tienen una influencia importante las condiciones atmosféricas, la temperatura interna del hormigón, su edad y la clase de curado. (Sánchez, 2001; Torres, 2004).

1.3.1.10. Nuevas tecnologías

Sánchez (2001). enfatiza que la adaptabilidad del hormigón ordinario a una amplia variedad de usos y aplicaciones, lo que lo ha convertido en un medio de construcción verdaderamente popular. Sin embargo, la investigación y el desarrollo de nuevas

aplicaciones y tecnologías es interminable. Entre ellos, se puede mencionar el hormigón reforzado con fibras.

1.3.1.11. Concreto reforzado con fibras

Sánchez (2001) tiene en cuenta que, aunque las fibras artificiales o naturales para el refuerzo del hormigón tienen parcial o totalmente cierta edad y difusividad, este es otro desarrollo que ha cobrado protagonismo en los últimos tiempos, como aplicaciones modernas de fibras de metal, vidrio, carbono, orgánicas y minerales (madera, yute, bambú, coco, etc.), propileno, nylon, poliéster y otros relacionados. Desde entonces, estos han sido investigados por ACI544. Con el principio básico del uso de fibras en el hormigón es mejorar las propiedades de las matrices débiles y quebradizas, lo que no solo aumenta la resistencia a todos los modos de carga que inducen tensiones de tracción (fuerzas de tracción directas, flexión y corte), sino que también reduce la fragilidad del molde y produce un material relativamente más flexible.

Sánchez (2001) considera a la resistencia de una fibra depende del grado en que se puede transferir la tensión desde la matriz, que a su vez se rige por las propiedades intrínsecas de la fibra, tales como: mayor resistencia a la tracción que la matriz; la resistencia a las deformaciones es mucho mayor que aquella en la que se agrieta la matriz; alto módulo elástico para aumentar la tensión que pueden soportar en un elemento portante, siempre que las fibras y la matriz permanezcan perfectamente unidas; adhesión total a la pasta de cemento; Proporción más baja de Poisson de matriz para aumentar la fricción de adhesión; y la relación longitud/diámetro para que mantenga su capacidad de absorción de tensiones.

Sánchez (2001) menciona que las fibras se han utilizado principalmente en pavimentos y pisos donde la relación superficie-volumen es alta y se requiere un mecanismo

para controlar las grietas superficiales; Lo mismo ocurre con el concreto masivo, donde existe una alta temperatura de hidratación y la necesidad de controlar grietas y fisuras; Sin embargo, este tipo de concreto está ampliamente estudiado en estructuras modernas que requieren una alta absorción de energía, como diseños resistentes a terremotos, o estructuras hidráulicas donde la erosión o la cavitación se reducen significativamente.

1.3.2. Fibras Metálicas

1.3.2.1. Concepto

Cemex (2002) analiza las fibras metálicas las cuales permiten absorber con mayor eficacia las fuerzas de retracción resultantes del secado del hormigón endurecido, así como las fuerzas generadas por los cambios de temperatura, reduciendo así la posibilidad de fisuración provocada por estas fuerzas. Asimismo, la incorporación de fibras metálicas aumenta el módulo de rotura del hormigón y por tanto su capacidad portante, por lo que en determinados casos se puede considerar como el refuerzo principal a la hora de sustituir el refuerzo por barras de acero o malla electrosoldada. Además de permitir una mayor separación entre juntas y una mejor transmisión a través de las juntas de control.

Salsilli (2013) argumenta que las fibras de acero con diferentes formas varían con longitudes de 0.75 a 2.5 pulgadas, se vierten directamente en camiones para mezclarlas con concreto para obtener un bloque de concreto uniforme, donde el refuerzo se distribuye aleatoriamente en toda la masa de concreto, proporcionando así un refuerzo multidireccional. Algunas de las características más importantes de las fibras metálicas son su forma para conseguir un buen anclaje en el hormigón y la relación entre la longitud equivalente y el diámetro de las fibras. Esta relación es uno de los parámetros clave que distinguen a las fibras metálicas entre sí, ya que, en general, cuanto mayor sea el valor de esta relación, mejor

será el rendimiento a cambio de una mayor dificultad en el mezclado, vaciado y acabado del hormigón.

1.3.2.2. Tipos/Clases

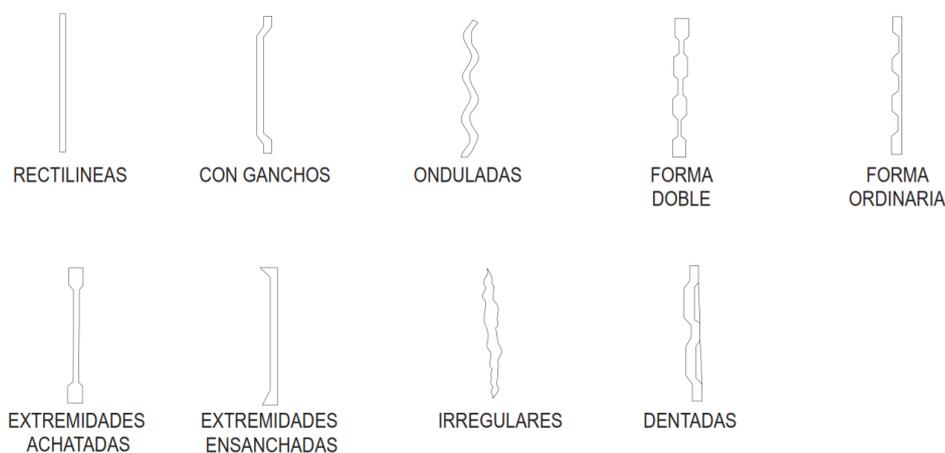
Maccaferri (2015) menciona que la fibra de acero es un producto que se caracteriza geoméricamente por su dimensión longitudinal predominante en comparación con otros, con una superficie lisa o trabajada utilizada como refuerzo en un bloque de hormigón, de forma recta o curva, para que pueda dispersarse en línea, uniforme en masa, sin cambiar sus características geométricas (UNI 11037). Básicamente, una fibra se caracteriza geoméricamente por su longitud (L), su forma y diámetro, o su diámetro equivalente (De). De la relación entre la longitud (L) y el diámetro o diámetro equivalente (De), se obtiene una relación de aspecto ($l = L/De$).

Maccaferri (2015) considera que las diferentes formas de fibras metálicas que podemos encontrar son:

- ❖ Rectilíneas.
- ❖ Con ganchos en sus extremos.
- ❖ Onduladas.
- ❖ Forma Doble.
- ❖ Forma Ordinaria.
- ❖ Extremidades Achatadas.
- ❖ Extremidades Ensanchadas.
- ❖ Irregulares.
- ❖ Dentadas.

Figura 4

Formas de fibras de acero



Nota: La figura representa a las formas de las Fibras de acero. Tomado de Fibras como elemento estructural para el refuerzo del Hormigón (p. 17), por Maccaferri, 2015.

1.3.2.3. Importancia

La importancia del uso de la fibra metálica está directamente relacionada con los costos de mano de obra, monitoreo y desperdicio de material asociado con el uso de sistemas de refuerzo tradicionales como la malla electrosoldada, donde se requiere de personal múltiple para su diseño, buen monitoreo y consumo de tiempo. Como resultado, la construcción de un piso de hormigón armado con fibras metálicas reduce el tiempo de ejecución, mucho más de prácticamente la mitad del tiempo en comparación con un piso de diseño tradicional (malla). Además, la fibra de acero mejora las propiedades mecánicas del hormigón, como la ductilidad, la rigidez, la resistencia al impacto, la fatiga y la resistencia al desgaste. Todo esto depende de la morfología, cantidad o aditivos agregados al diseño de la mezcla de concreto. Cemex (2002)

1.3.2.4. Aplicaciones y/o Usos

Sika (2011) considera que el mayor número de aplicaciones para el concreto reforzado con fibra (SFRC) son losas, cubiertas de puentes, pavimentos de aeropuertos, estacionamientos y ambientes agresivos/erosivos.

1.3.2.4.1. Pisos y pavimentos

Sika (2011) revela que se han encontrado microfibras en el campo de sus usos y aplicaciones naturales en estructuras con relaciones superficie/volumen muy altas. En cierto modo, si uno está interesado en “secar” el concreto, existiendo menos perfiles de evaporación efectivos, además de las configuraciones extendidas que lo hacen de bajo espesor. Esto hace que los revestimientos, pisos y morteros de nivelación sean muy susceptibles al agrietamiento durante las primeras etapas de fraguado y fraguado.

Sika (2011) menciona que las macrofibras en suelo y pavimento que reemplazan a la malla electrosoldada se colocan en el centro del espesor (otros autores prefieren ubicarla en el centro del tercio superior), con el propósito de absorción de calor y tasa de contracción de aplicación en los elementos anteriores. Además, las macro fibras en el suelo y pavimento previenen la aparición de grietas por mucho tiempo (en estado endurecido), si se producen grietas, evitan que aumente su ancho, pero lo más importante, permiten que la estructura continúe en servicio aumentando su durabilidad. Este hecho aumenta la vida útil de la estructura.

1.3.2.4.2. Prefabricados

Sika (2011) agrega que, para elementos prefabricados con tamaños y espesores optimizados, la fibra ha sido un elemento popular desde la década de 1970. El transporte y

colocación de las piezas tiende a afectar este elemento estructural, provocando fractura, agrietamiento y astillado. Por lo tanto, las fibras (micro y macro) en estos casos son muy beneficiosas ya que se reduce notablemente el agrietamiento y/o agrietamiento en estos elementos estructurales y si se produce permite que la unidad siga funcionando sin tirarla. Además, los elementos prefabricados de gran tonelaje, como las dovelas de túnel fabricadas con TBM, han incorporado macrofibras para sustituir parcialmente al acero secundario, aumentando así los volúmenes de producción.

Figura 5

Elemento estructural prefabricado con fibras.



Nota: La Figura representa al Elemento estructural prefabricado con fibras. Tomado de *Concreto reforzado con fibras* (p. 15), SIKA, 2011.

1.3.2.4.3. Concreto Lanzado

Sika (2011) recomienda que, al igual que en los pisos y pavimentos de hormigón proyectado, las macrofibras reemplacen la malla de alambre convencional, en este caso parte de la ruta crítica de un ciclo de excavación. Asimismo, se puede reducir el tiempo y los

costos de mano de obra necesarios para la colocación de este hormigón proyectado a diferencia del refuerzo en una malla electrosoldada.

Figura 6

Fibras de acero empleando en concreto lanzado



Nota: La Figura respresenta a las Fibras de acero empleando en concreto lanzado. Tomado de Concreto reforzado con fibras (p. 18), SIKA, 2011.

1.3.2.4.4. Concretos resistentes a explosiones

Sika (2011) afirma que todas las explosiones son causadas por un líquido o sólido inestable que se expande dentro del gas en un período de tiempo corto y determinado. Estos gases expulsados por la explosión tienen un impacto en la atmósfera que los rodea, lo que se conoce como ondas de choque. Esta carga repentina, fuerte y extremadamente rápida afecta estructuras y materiales con una amplitud que depende de la distancia y, por supuesto, del tamaño de la explosión. Por lo tanto, el concreto reforzado regular será fácil de cubrir con concreto e incluso más material dependiendo de la magnitud de la explosión. Esto se debe precisamente a que la deformabilidad del hormigón es generalmente muy limitada (p. ej., 0,02 %), el hormigón reforzado con fibra permite que la estructura alcance la máxima resistencia a la tensión y puede seguir funcionando en estado fisurado para que el elemento no se colapse ni se bloquee.

1.3.2.4.5. Concreto de Ultra-Alta resistencia

Sika (2011) resalta que los hormigones de alta resistencia son aquellos con resistencia desde 1200 kg/cm^2 hasta 1800 kg/cm^2 . Estos hormigones tienen una resistencia a la rotura extraordinariamente impresionante debido a su baja deformabilidad (son frágiles). El uso de fibras en polvos reactivos o en hormigones de ultra alta resistencia elimina las roturas bruscas y aporta mayor ductilidad al material. Las fibras utilizadas en el hormigón de extrema alta resistencia o BPR (Béton des Poudres Reactives) suelen tener una longitud de 4 mm a 15 mm con un diámetro cercano a 0,2 mm en acero con alto contenido de carbono. La cantidad o dosificación a añadir es superior a la utilizada para aplicaciones convencionales cuando se utilizan volúmenes de hormigón cercanos a los 160 kg/m^3 por metro cúbico, es decir, al 2% de volumen aproximadamente. A tales niveles de dosificación, la fibra hace una contribución importante tanto a la resistencia a la flexión como a la resistencia a la compresión y al corte.

1.3.2.5. Indicadores De Medición

Cuantitativo

Las dosificaciones de fibra en el diseño de mezclas de concreto para un mejor beneficio suelen ser macrofibras que varían entre rango de 0.2% a 0.8% del volumen del concreto, cuyo diámetro varía de 0.005mm a 2.00mm, con relaciones de longitud y diámetro que varían entre 20 y 100, considera Sika (2011)

Cualitativo

Las fibras de acero añadidas por volumen o en porcentaje al diseño de la mezcla de concreto muestran un buen desempeño y/o comportamiento en el elemento estructural, ya que ayuda a resistir el agrietamiento inducido en el concreto después del tiempo de fraguado.

Por tanto, estos beneficios conferidos varían en función de la morfología de la fibra añadida, agrega Maccaferri (2015).

1.3.3. Fibras Sintéticas

1.3.3.1. Concepto

Sika (2011) considera que es una fibra con partes discretas distribuidas al azar en el concreto y puede incluir acrílico, aramida, carbono, polipropileno, poliestireno, nylon, poliéster, etc. Por otro lado, Euclid Group Toxement (2018) menciona que las fibras sintéticas llevan muchos años en el mercado colombiano. Esto se debe a que las microfibras sintéticas se han comercializado a nivel nacional desde la década de 1980, y las macrofibras sintéticas se han especificado o aplicado desde principios de los años del 2000. Ambas fibras se han utilizado con éxito en muchos proyectos y aplicaciones diferentes.

1.3.3.2. Tipos/Clases

Euclid Group Toxement (2018) resalta que la norma ASTM C1116 define el Concreto Reforzado con Fibras o Concreto Lazado, Clase III, ya que contiene microfibras y/o macrofibras sintéticas para las cuales se puede producir evidencia documental que confirme su resistencia al daño a largo plazo cuando está en contacto con el agua. La humedad y la alcalinidad están presentes en la pasta de cemento o en las sustancias del aire, así como en los aditivos químicos.

Se clasifican en:

1.3.3.2.1. Microfibras sintéticas

Sika (2011) considera que son usadas frecuentemente para controlar el agrietamiento por retracción plástica y, en general, NO brindan resistencia estructural al concreto. Las microfibras del mercado suelen tener un diámetro de 0,02 mm a 0,05 mm y normalmente se

suministran en longitudes de 6 mm (1/4 ") a 25, mm (1"). Actualmente, la mayoría de los proveedores de microfibras recomiendan una dosis de 0,6 Kg/m³. Para facilitar su dosificación se utilizan bolsas hidrosolubles de 0,6 kg.

Figura 7

Microfibras sintéticas



Nota: La Figura respresenta las Microfibras sintéticas. Tomado de Concreto reforzado con fibras (p. 09), SIKA, 2011.

1.3.3.2.2. Macrofibras sintéticas

Sika (2011) menciona que la macrofibras se usan para controlar las fisuras por temperatura, así como para mejorar el rendimiento posterior a la fisuración de elementos de hormigón sujetos a flexión y tensión, lo que les permite reemplazar barras y rejillas de acero soldadas en muchas aplicaciones. Las macrofibras sintéticas son relativamente gruesas, normalmente de 0,5 mm a 0,7 mm de diámetro, con longitudes típicas que oscilan entre 19 mm y 50 mm.

Figura 8

Macrofibras sintéticas



Nota: La Figura respresenta las Macrofibras sintéticas. Tomado de Concreto reforzado con fibras (p. 12), SIKA, 2011.

Maccaferri (2015) agrupa a las fibras sintéticas más comunes para hormigón de la siguiente manera:

- Polipropileno: Fibras compuestas por macromoléculas de hidrocarbano Alifático Saturado.
- Vinilo: Fibras compuestas por macromoléculas polivinil alcohol con diferentes niveles de acetato.
- Acrílico modificado: Fibras compuestas por macromoléculas lineales que poseen en su cadena entre 50 a 80% en peso de acrilonitrilo.
- Nylon: Fibras compuestas por macromoléculas lineales que poseen en su cadena elementos ligantes de almidón en serie, de los cuales al menos 85% son ligados a una unidad de ciclo alifático.
- Aramida: Fibras compuestas por macromoléculas lineares graduadas por un grupo aromático de elementos ligantes de almidón o amida, unidos directamente a dos anillos aromáticos, donde el número de ligantes de amida, si presente, no sea excedente al número de ligantes de almidón.

1.3.3.3. Importancia

El uso de fibras sintéticas para hormigón es cada vez más presentado. Las llamadas macrofibras se utilizan como refuerzo secundario del hormigón convencional y en aplicaciones de hormigón proyectado, pueden sustituir a fibras metálicas y/o mallas electrosoldadas. Las microfibras se utilizan para minimizar el desarrollo de grietas por contracción plástica al curar concreto fresco, considera PerúVías (2020).

PerúVías (2020) recalca que el uso de fibras sintéticas para hormigón es cada vez más presentado. Las llamadas macrofibras se utilizan como refuerzo secundario del hormigón convencional y en aplicaciones de hormigón proyectado, pueden sustituir a fibras metálicas y/o mallas electrosoldadas. Las microfibras se utilizan para minimizar el desarrollo de grietas por contracción plástica al curar concreto fresco.

1.3.3.4. Aplicaciones y/o Usos

Sika (2011) realiza un análisis del impacto generado por la fibra metálica que se utiliza como refuerzo estructural en lugar del acero estructural, para evitar grietas debidas a la contracción plástica durante el secado del hormigón fresco y como reemplazo o complemento de la malla electrosoldada en aplicaciones de hormigón proyectado. El uso de estas fibras ofrece muchos beneficios, por ejemplo, si se utilizan como reemplazo total o parcial de las varillas de construcción, se puede lograr un ahorro considerable de mano de obra para los trabajos de montaje y colocación. Asimismo, ahorra el espacio y el tiempo que requieren estas operaciones. En aplicaciones de hormigón proyectado para soportar terraplenes o túneles, esta fibra reemplaza a la malla electrosoldada; Esto ahorra mano de obra para el arreglo, ahorra espacio de almacenamiento y elimina la molestia de llegar al punto de aplicación, lo que a menudo conduce a la inaccesibilidad.

El uso de fibras sintéticas en sustitución de las fibras metálicas se está imponiendo cada vez más en proyectos a gran escala. En un entorno internacional con amplia trayectoria, en América Latina la experiencia con esta fibra va en aumento y en el Perú ya existe experiencia en su aplicación en proyectos de gran envergadura como las centrales hidroeléctricas Cheves, Chaglla y en el Proyecto Riego Chavimochic – Tercera etapa, agrega Sika (2011).

1.3.3.5. Indicadores De Medición

1.3.3.5.1. Microfibras

Estas fibras están destinadas a evitar el agrietamiento del concreto cuando está fresco o dentro de las 24 horas. Se dosifican en hormigón a volúmenes entre 0,03%-0,15%. La más común es la fibra de polipropileno (tipo Sika®Fiber PE) cuya dosificación en peso varía de 0,3 a 1,2 kg/m³ de hormigón, agrega Sika (2011).

Sika (2011) considera que en caso de las microfibras son dosis extremadamente bajas pero muy efectivas para prevenir el agrietamiento por contracción plástica del concreto. Estas fibras tienen un diámetro de 0,023 mm a 0,050 mm y pueden ser simples o filamentosas. Las microfibras de diámetros tan pequeños se evalúan mediante un parámetro denominado Denier. Denier es el peso en gramos de 9000 metros de una sola fibra.

1.3.3.5.2. Macrofibras

Estas fibras están destinadas a evitar el agrietamiento en el estado endurecido, reducir el ancho de la grieta si se produce y permitir que la estructura agrietada funcione correctamente. Las dosis suelen variar entre 0,2% y 0,8% de volumen de hormigón. Las macrofibras más utilizadas son las sintéticas y las metálicas, con diámetros que varían de

0,05 mm a 2,00 mm. La relación de aspecto (L/d) de las macrofibras varía de 20 a 100, considera Sika (2011).

Sika (2011) agrega que la dosificación en peso varía con la densidad del material, la fibra de acero requiere de 20 a 50 kg/m³ de hormigón y la fibra sintética (polipropileno) entre 2 y 9 kg/m³. Las macrofibras están activas en estado rígido, lo que significa que antes de las 24 horas no tienen mayor efecto.

1.3.3.6. Beneficio Económico Entre Fibras

El consumo de fibra sintética por unidad (m³) de volumen de concreto varía de 4 kg/m³ a 7 kg/m³, dependiendo de la condición de la estructura a soportar. En el caso de la fibra metálica, este consumo es de 20 kg/m³ a 50 kg/m³. Esta diferencia de consumo se debe principalmente a que las fibras sintéticas tienen más elementos que las fibras metálicas por unidad de peso, agrega PerúVías (2020).

PerúVías (2020) añade que el costo de las fibras sintéticas por unidad de peso es más alto que el de las fibras metálicas, pero al comparar el consumo total, la ventaja económica está a favor del uso de fibras sintéticas. Casos probados han mostrado ahorros de hasta un 50% en costos de refuerzo de fibra.

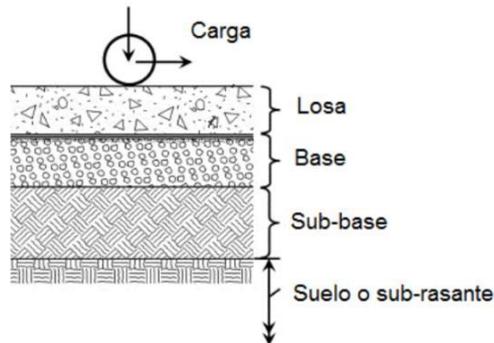
1.3.4. Losas De Concreto Apoyadas Sobre El Suelo

1.3.4.1. Concepto

Son de hormigón y se colocan sobre suelo natural, suelen utilizarse para soportar cargas pesadas, sometidas a un desgaste constante por el uso al que está expuesta con el paso del tiempo. Se puede aplicar a actividades industriales, comerciales, residenciales y afines. (ACI CT-18).

Figura 9

Elementos de losas industriales



Nota: La figura representa los Elementos de losas industriales . Tomado de *Guide to Designo of Slabs-on-Ground* (p.09), por ACI 360, 2010.

Córdoba (2015) menciona que las losas tendidas en el suelo se utilizan para hacer una cubierta rígida y estable del suelo, soportar grandes cargas y a la vez no ser afectado por ellas, procurando que tenga la menor fisuración posible. manteniendo las condiciones de servicio para las que están diseñados, teniendo en cuenta las tolerancias de acuerdo con el uso previsto.

1.3.4.2. Elementos de las losas industriales.

ACI 360 (2010) considera que el diseño de las losas tendidas en el suelo resiste continuamente momentos cortantes debido a las cargas a las que están sometidas, transmitidas al suelo, por lo que debe tener una construcción propia de este tipo de losas, estas capas son: losa de concreto, base granular, barrera de vapor y suelo (Sub rasante).

1.3.4.2.1. Subrasante

Cemex (2002) refiere a que la Subrasante asegura que el suelo industrial no se asiente debido a las cargas a las que está expuesto, logrando soportar estas cargas durante toda su vida útil. Por otro lado, MTC (2013) sugiere que los suelos compactados utilizados como superficie sobre la que se asientan las estructuras, incluidos los suelos con propiedades

aceptables ($\text{CBR} \geq 6\%$), en el caso de mala calidad, se deben mejorar, eliminar o reemplazar la subrasante.

1.3.4.2.2. Material granular (Base y Sub base)

Cemex (2002) Considera que la base y subbase son de vital importancia a la hora de diseñar un piso industrial, ya que es la forma de preparar el lugar para colocar la losa de concreto, además, será un material que tiene que ser de buena calidad y aprovechamiento por la tierra. Por otro lado, MTC (2013). Afirma que la base granular debe tener materiales de calidad (mínimo 40% CBR). Asimismo, de forma granular se debe considerar una CBR de al menos 80%. También mejora el rendimiento del suelo y debe ser uniforme.

1.3.4.2.3. Barrera de vapor

Cemex (2002) sostienen que la barrera de vapor es una medida de protección contra la humedad y es necesaria cuando el suelo debe ser cubierto por productos o equipos sensibles a la misma. Además, ayuda a minimizar la transmisión de vapor de agua de la subrasante a las losas de hormigón. Sin embargo ACI 360 (2010) enfatiza que es necesario proteger y asegurar el almacenamiento de dispositivos o productos sensibles a la humedad, que muchas veces son de plástico y, además, tienen la posibilidad de colocar una barrera de vapor entre la subrasante y el suelo.

1.3.4.2.4. Juntas

Cemex (2002) argumenta que el uso de juntas como una forma de controlar el agrietamiento de los pisos industriales, al momento de planificar, diseñar y colocar las juntas es muy importante permitir un mejor movimiento reduciendo y/o evitando así el agrietamiento. Así mismo, MTC (2013) demostró que las juntas dan un buen

comportamiento del piso, controlando el agrietamiento y fisuración de la losa por fatiga a la que frecuentemente está expuesta.

1.3.4.2.5. Losa de concreto

Cemex (2002) recalca que una losa de hormigón soporta diversas cargas y resiste el desgaste al que está sometida durante el servicio para el que está diseñada. Durante el proceso de diseño y Colocación, el producto consigue un efecto sobre la calidad y buen funcionamiento del suelo. Asimismo, MTC (2013) afirma que, la losa absorbe todos los esfuerzos generados por la repetición de cargas, ya sea de hormigón armado o simple.

1.3.4.3. Tipos Y Clases

Existen diferentes tipos de losas sin refuerzo, losa reforzada para limitar el ancho de grietas, losas reforzadas para evitar el agrietamiento y losas estructurales. Las principales que se consideran para este estudio son las siguientes, agrega ACI 360 (2010):

Tabla 1

Tipos y clases de losas industriales

Tipo de losas	Ventajas	Desventajas
Hormigón sin refuerzo	Simple de construir. Menos costoso de instalar que las losas diseñadas.	Juntas muy cercanas Deterioro de juntas. Planitud y desnivelación disminuyen con el tiempo
Hormigón reforzado con fibras de acero	Mayor resistencia a las cargas de impacto y fatiga en comparación con losas reforzadas con rejillas o mallas. Simple de construir.	Procedimientos en el diseño y colocación del hormigón. Las superficies en condiciones húmedas pueden ser no adecuadas
Hormigón reforzado con fibras sintéticas	Buena en reducir la deformación plástica. Simple de construir	Las fibras micro sintéticas no ayudan a controlar el secado Distancian entre juntas utilizando fibras micro sintéticas su

La resistencia a las cargas de impacto y fatiga son similares al comportamiento de las fibras de acero.

comportamiento es parecido al de las losas sin reforzamiento.

No se corroen (oxidan)

Nota: Se puede apreciar los diferentes tipos de losas industriales con sus respectivas ventajas y desventajas según sea el caso.

1.3.4.4. Importancia

ACI 360 (2010) menciona que una losa apoyada sobre el suelo, tiene el propósito principal es soportar las cargas aplicadas mientras está tendida en el suelo. La Losa son de espesor uniforme o variable y que pueden incluir elementos de refuerzo como nervaduras o vigas. Además, la losa puede ser no armada o armada con armadura no pretensada, fibras o cables pretensados. Se puede proporcionar refuerzo para limitar el ancho de las grietas de contracción y limitar la temperatura y las cargas aplicadas. Se pueden proporcionar tendones postensados para minimizar el agrietamiento por contracción y mantener la temperatura, resistir las cargas aplicadas y acomodar los movimientos debido a los grandes cambios en el volumen del suelo.

ACI 360 (2010) agrega que se debe tener en cuenta las losas sobre el suelo para cargas de material almacenado directamente en la losa, cargas de estanterías de almacenamiento y cargas estáticas y dinámicas asociadas con equipos y vehículos. También se mencionan otras cargas, como las cargas del techo transferidas a través de sistemas de estanterías de doble propósito.

Analizando los sistemas de soporte del suelo, la contracción y los efectos de la temperatura; agrietamiento, rizado o deformación; y otras preocupaciones que afectan el diseño de losas. Aunque se aplican los mismos principios generales, esta guía no aborda

específicamente el diseño de pavimentos de carreteras, pavimentos de aeropuertos, estacionamientos o cimientos de alfombras, considera ACI 360 (2010).

1.3.4.5. Aplicaciones Y Usos

Salsilli (2013) hace referencia que los pisos industriales están destinados a soportar cargas pesadas en sistemas de estanterías con cargas puntuales, cargas distribuidas en el piso y condiciones de carga en pasillo, mientras que otros están destinados a la circulación de equipos en diferentes transportes. El equipo de transporte incluye cargas de vehículos, carretillas elevadoras, carretillas elevadoras, etc. Por otro lado, Cemex (2002) considera que las losas industriales cubren una amplia gama de usos, desde pisos de área pequeña en residencial o industria liviana, pisos de tamaño mediano en almacenes hasta pisos industriales pesados, repartidos en áreas grandes, todos con tecnología similar.

1.3.4.6. Indicadores De Medición

1.3.4.6.1. Cargas

ACI 3601 (2010) enfatiza que los pisos industriales están sometidos a diversas cargas, las cuales causan un gran impacto dentro del diseño de este tipo de estructuras, dentro de ellas se tiene:

- Cargas vehiculares.
- Cargas concentradas.
- Cargas distribuidas.
- Línea de cargas.
- Cargas de construcción.

Los pisos deben diseñarse para la combinación más importante de estas cargas teniendo en cuenta las variables que producen la máxima fatiga. Teniendo en cuenta el

espesor de la losa, la resistencia del hormigón, la rigidez del suelo y la carga aplicada, agrega ACI 3601 (2010).

Cargas vehiculares.

En los pisos industriales, a menudo se alcanzan capacidades de carga de hasta 70 000 lb o 310 KN. Lo cual es causado por las montacargas y camiones de reparto. Estas cargas las transfieren los neumáticos, por lo que hay que tenerlas en cuenta: Carga máxima por eje, Distancia entre llantas, Área de contacto de la llanta y Repetición de cargas, agrega ACI 360 (2010).

Figura 10

Cargas vehiculares



Nota: La figura Representa Las cargas Vehiculares. Tomado de *Medios mecánicos empleados en el almacén*, por Noega systems, 2019.

ACI 360 (2010) manifiesta que la presión de los neumáticos de caucho sólido estándar y la amortiguación de sus áreas de contacto con el suelo están entre 1,2 y 1,7 MPa (180 y 250 psi), un factor importante a tener en cuenta al diseñar pisos industriales, es que a los medios de transporte las cargas deben tenerse en cuenta juntas.

Cargas concentradas

ACI 360 (2010), considera que los bastidores pueden superar los 24 m (80 pies) y esto crea una carga concentrada superior a 40 000 lb (180 KN), se debe considerar la carga máxima, la duración de la carga y el espacio entre los andamios para el diseño. Además, Cemex (2002), menciona que la carga que provoca el apoyo en el suelo es muy grande, incluso superior a la carga del vehículo, por ello, la condición de cargas de los postes de andamios puede llegar a controlar el espesor de diseño de la losa.

Figura 11

Cargas concentradas



Nota: La Figura representa Las Cargas Concentradas. Tomado de *Tipos de estanterías industriales para almacén*, por Mecalux, 2021.

Cargas distribuidas

En muchos almacenes y edificios industriales, el material se coloca directamente con la losa, lo que crea tensiones que a menudo son menores que las cargas concentradas. Estos tipos de cargas suelen utilizar una gran superficie de suelo. En caso de que sean muy pesados, es necesario estudiar la capacidad de consolidación del suelo y la deformación de la losa de hormigón, agrega ACI 360 (2010).

Figura 12

Cargas distribuidas



Nota: La Figura representa las Cargas Distribuidas. Tomado de *Principales zonas de una bodega o almacén*, por AR Racking, 2020.

Línea de cargas

ACI 360 (2010) hace mención de la carga lineal la cual es uniforme y distribuida en un área estrecha, se puede apreciar como los tabiques al interior del almacén, con el tiempo, la fuerza de carga, el ancho y el largo.

Cargas de construcción

ACI 360 (2010) tiene en cuenta que, al construir un edificio, se pueden colocar diferentes tipos de cargas, como vehículos, elevadores de tijeras, mixer, sobre la losa recién colocada, dependiendo de la estructura que se esté construyendo.

Figura 13

Cargas de construcción



Nota: La Figura representa las Cargas de Construcción. Tomado de *Naves y Galpones: Construcciones de acero para uso industrial*, por Perú construye, 2018.

1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, Trujillo 2021?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Realizar el análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, Trujillo 2021.

1.5.2. Objetivos específicos

- OE1: Determinar los tipos de fibras metálicas y sintéticas que son empleados en la producción de losas sobre el terreno basado en artículos científicos previos.
- OE2: Describir las diferentes dosificaciones de fibras metálicas y sintéticas que se utilizan en la elaboración de concreto en losas apoyadas sobre el terreno, basados en la revisión de artículos científicos previos.
- OE3: Identificar el costo beneficio del uso de las fibras de acero y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno.

1.6. Hipótesis

Hipótesis general

El análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, permite determinar si existen beneficios en la construcción de estas estructuras.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Según el propósito de la investigación:

La presente investigación según el propósito es de tipo aplicada, ya que, se encuentra directamente vinculada a la investigación básica buscando utilizar conocimientos o teorías ya desarrollados desde una o varias áreas especializadas.

2.1.2. Según el diseño de investigación:

La presente investigación según el diseño es No Experimental - **Correlacional**, lo que nos lleva a manipular variables independientes, por ello, se desarrolla en su contexto natural para luego analizarlos, buscando dar un punto de vista de toda la información considerada para el desarrollo de este estudio.

2.2. Diseño de investigación:

La presente investigación es de diseño No Experimental –Transversal, **Correlacional**, ya que se recolectan datos con el fin de describir variables y analizar su comportamiento en un periodo de tiempo, buscando conocer la incidencia que se manifiesta en una o más variables.

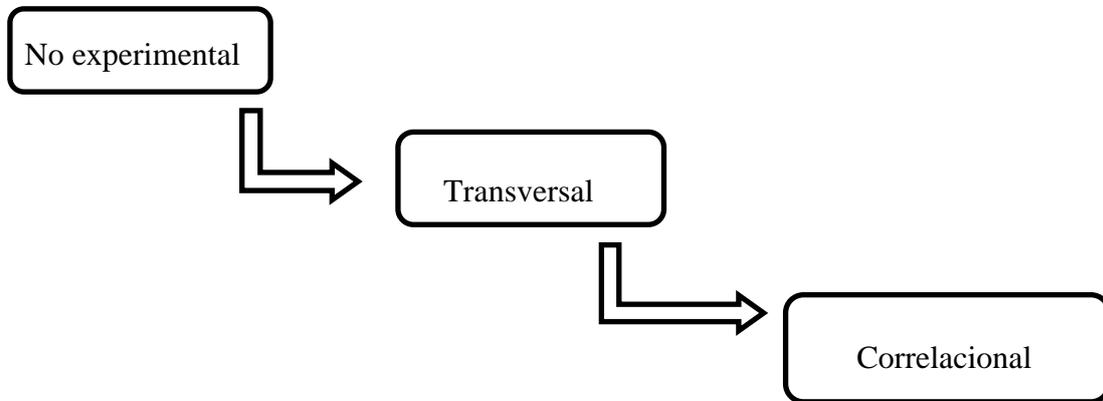
Tabla 2

Diseño de investigación

Estudio	T1
M: Artículos científicos sobre el uso de fibras metálicas y sintéticas.	O: Producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno.
M: Muestra; O: Observación	

Figura 14

Diagrama de diseño de investigación



2.3. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.3.1. Población.

Artículos de investigación resultantes de aplicar filtros de inclusión y exclusión teniendo en cuenta diferentes criterios y técnicas de recolección (**Anexo n° 01**) para el análisis de datos, lo cual nos lleva a seleccionar 50 de estos estudios los cuales tienen relación al análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno.

2.3.2. Muestra.

2.3.2.1. Técnicas de muestreo

La técnica a utilizar para la presente investigación es el muestreo no probabilístico, en la cual se aplica una evaluación por juicio de experto, siendo guiados por el Ingeniero Alberto Vásquez Díaz un experto metodólogo, quien recomienda en su vasta experiencia utilizar 25 estudios relacionados a cada variable (Fibras metálicas-Fibras Sintéticas) para obtener éxito y datos confiables en el desarrollo de esta investigación.

2.3.3. Matriz de Operacionalización de Variables.

Tabla 3

Matriz de Operacionalización de Variables

TITULO: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE FIBRAS METÁLICAS Y SINTÉTICAS EN LA PRODUCCIÓN DE LOSAS DE CONCRETO APOYADAS SOBRE EL TERRENO, TRUJILLO 2021					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE 1: Fibras De Acero.	Salsilli (2013) afirma que las fibras de acero son de diferentes formas, con longitudes que van de 0.25 a 2.5 pulgadas, las cuales se vacían directamente al camión para mezclarlas con el concreto, de manera que se obtiene una sección de concreto homogénea, donde el refuerzo se encuentra distribuido de manera aleatoria en toda la masa de concreto, brindando así, un refuerzo omnidireccional más eficiente, a diferencia de sistemas de refuerzo tradicionales.	Se busca investigaciones en diferente base de datos confiables, asimismo en diferentes idiomas, para obtener diversas maneras del uso que dan a las fibras de acero en la aplicación de pisos industriales las cuales están expuestas grandes fatigas.	Tipos de fibras metálicas.	Longitud (mm)	Razón
				Diámetro (mm)	Razón
			Dosificación de las fibras de acero.	Relación de aspecto	Razón
				Forma de fibra	Nominal
				Cantidad de fibra de fibra utilizada (kg/m ³)	Razón
				Resistencia a compresión (característica del diseño de la mezcla) (MPA)	Razón
				Proporción mínima recomendada por el fabricante según su relación de aspectos (kg/m ³)	Razón
Costo-Beneficio de fibras metálicas	Costo de fibras x m ³ (\$) (Aplicado a un proyecto)	Razón			

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN		
VARIABLE 2: Fibras Sintéticas.	Son un tipo de Fibras que presentan Secciones discretas que se distribuyen aleatoriamente dentro del concreto que pueden estar compuestas por Acrílico, Aramid, Carbón, Polipropileno, Poliestileno, Nylon, Poliéster etc. Considera Sika (2011).	Indagando diferentes investigaciones (revistas, tesis, artículos científicos, libros, manuales y normas) para obtener diversas formas que se utilizan las fibras sintéticas.	Tipos de fibras Sintéticas.	Longitud (mm)	Razón		
				Diámetro (mm)	Razón		
				Relación de aspecto	Razón		
						Forma de fibra	Nominal
						Cantidad de fibra de fibra utilizada (kg/m3)	Razón
						Resistencia a compresión (característica del diseño de la mezcla) (MPA)	Razón
			Dosificación de las fibras sintéticas.	Proporción mínima recomendada por el fabricante según su relación de aspectos (kg/m3)	Razón		
			Costo-Beneficio de fibras sintéticas	Costo de fibras x m3 (\$) (Aplicado a un proyecto)	Razón		

2.2.5 Matriz de Clasificación de Variables.

Tabla 4

Clasificación de variables

VARIABLES	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Forma de medición
Uso de fibras de acero	Independiente	Cualitativa	Nominal	Multidimensional	Indirecta
Uso de fibras Sintética	Independiente	Cualitativa	Nominal	Multidimensional	Indirecta

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnica de recolección de datos

Para esta investigación se utiliza la técnica Análisis documental, que consiste en realizar la búsqueda minuciosa de información relevante como tesis, artículos científicos, revistas científicas, de donde se considera aportes importantes que contribuyan al desarrollo de presente estudio considerando criterios de exploración como bases de datos confiables, un intervalo de tiempo acorde a la investigación, palabras claves e información en diferentes idiomas.

2.4.2. Instrumento de recolección de datos

Se utiliza matriz de recolección de datos, la cual ayuda a obtener una mejor calidad de información organizando los conocimientos de cada autor y las perspectivas sobre estos artículos. Por consiguiente, se considera que sean estudios respaldados por una universidad o centro de investigación científica y el país de estas, asimismo, tengan un año de publicación donde los autores de los estudios seleccionados son especialistas en el tema que investigan

y desarrollan, igualmente estos autores hayan tenido en cuenta la estructura de la investigación IMRD (Introducción, Metodología, resultados y Discusión) por último las conclusiones de cada artículo seleccionado se considera los aportes más importantes (**Anexo n° 01**).

2.4.3. Análisis de datos

La presente investigación es de diseño no experimental y transversal porque solo se realizará el estudio en un solo periodo de tiempo, por lo tanto, se utilizará el método de estadística descriptiva en el cual se utilizará un software llamado Microsoft Excel. En donde se usarán tablas, diagramas de barras, de frecuencia para redactar los resultados de las dimensiones de la investigación.

2.4.3.1. Diagrama de barras

Los gráficos de barras sirven para representar valores o datos obtenidos de diferentes estudios los cuales son manipulados, los cuales son representados en forma rectangular de formas proporcionales y moderadas según sea el caso. Son utilizadas para presentar resultados de manera explícita y forma de un esquema. Las barras pueden ser presentadas de manera horizontal o vertical según criterio del autor.

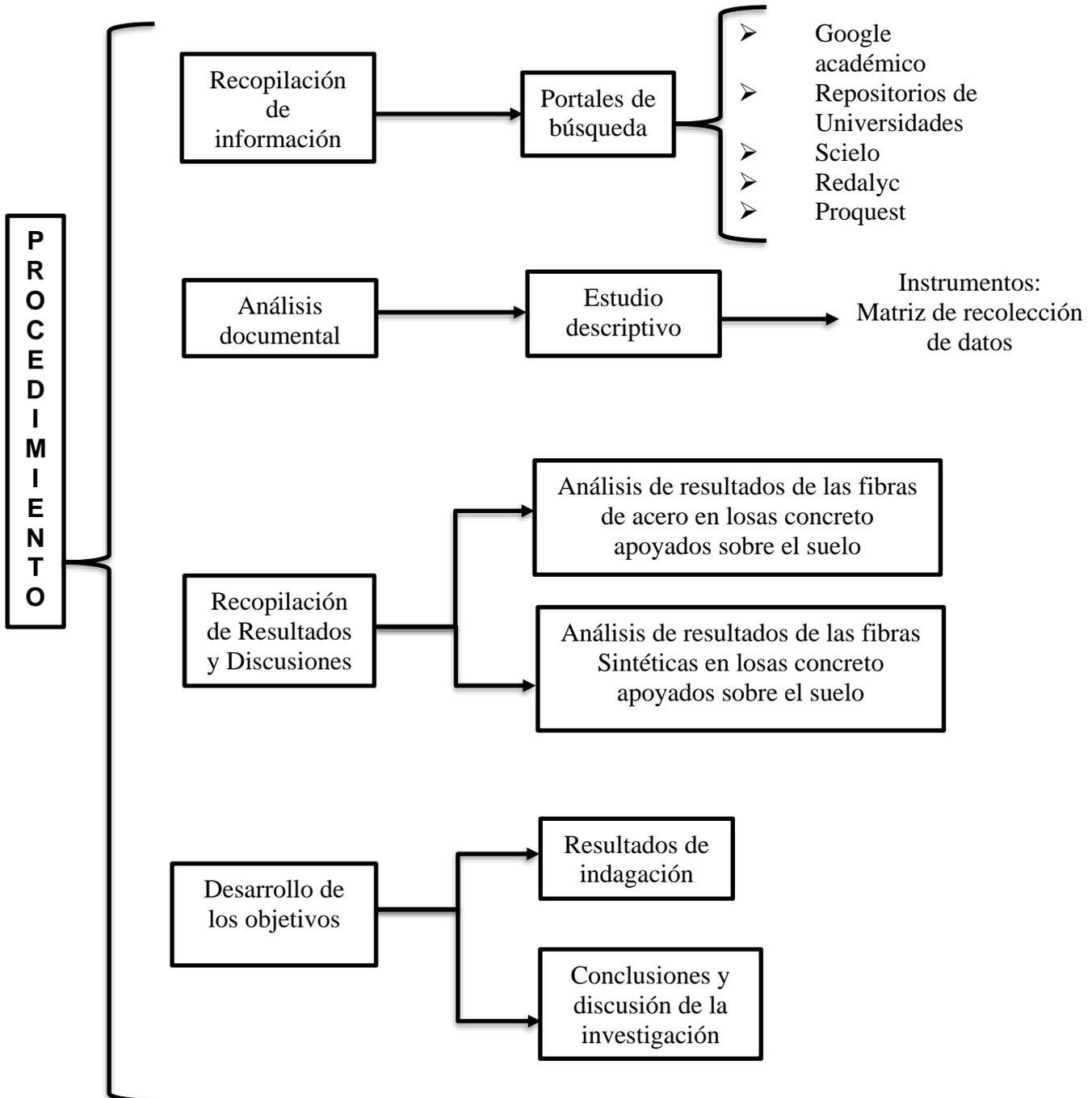
2.4.3.2. Tablas

En las tablas se guarda diferente información o datos obtenidos aplicando una forma o manera de recopilación de datos, tiene una estructura de acuerdo a la manera que el autor lo crea conveniente, la cual sea fácil de entender la información almacenada.

2.5. Procedimiento

Figura 15

Procedimiento de investigación



Nota: Gráfico donde se aprecian los diferentes puntos que se realizaron para poder llevar a cabo con éxito el desarrollo de la tesis.

2.5.1. Recolección de información

Durante el proceso de investigación, la recolección y recopilación de información se realiza en un proceso ordenado y consistente, permitiendo así evaluar la confiabilidad y validez del proceso mismo y de la información obtenida, dando una posibilidad razonable de aportar resultados. Activamente para la consecución de los objetivos marcados, considera Gallardo y Moreno (1999).

Gallardo y Moreno (1999) determinan que se realizan tres actividades interdependientes: la primera involucra la selección del instrumento de medición y/o la técnica de recolección de datos; el segundo se refiere a la aplicación de estas herramientas, y el tercero implica la preparación o codificación de la información obtenida para facilitar el análisis.

2.5.2. Análisis documental

Clausó (1993) resalta que el análisis de documentos incluye aspectos formales como el contenido, y en la Descripción Formal del documento teniendo en cuenta etapas del Análisis del Documento, quien por su doble naturaleza constituye soporte y contenido, los niveles de análisis (externo e interno) tendrán una relación directa con los factores dicotómicos que lo componen, es decir, con la información que contiene y con el contenido que sustenta el documento.

La descripción bibliográfica es un elemento fundamental en el procesamiento de documentos al permitir identificarlos, en la memoria de documentos según sus características físicas. Tiene como finalidad a la descripción física o externa de un documento, y proporciona descripciones estandarizadas para cada unidad de información, facilitando así una rápida identificación, considera Clausó (1993).

2.5.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Arias (2006) menciona que la aplicación de una técnica da como resultado la recopilación de información, la cual se almacena en un medio físico para que los datos posteriormente puedan recuperarse, procesarse, analizarse e interpretarse. Este medio se llama instrumento, que es una herramienta (Instrumento) de recopilación de datos es un recurso, dispositivo o formato (en papel o digital) que se utiliza para recopilar, registrar o almacenar información.

2.5.4. Resultados y análisis de resultados

2.5.4.1. Resultados

En el capítulo de resultados, la fase de recolección de datos es crucial ya que debido a ella depende la validez del estudio. Es por ello, que la investigación brindará una auténtica herramienta para almacenar la información y los datos necesarios para el estudio, las características teóricas y experimentales de la herramienta deben ser acordes con el marco teórico del proyecto de investigación, para que los datos obtenidos puedan ser analizado e interpretado. o discutirlos, los resultados se pueden presentar organizándolos en tablas, cuadros, figuras entre otros con el fin de presentar los diferentes hallazgos encontrados en el durante el proceso de la investigación, tiene en cuenta Domínguez (2015)

2.5.4.2. Análisis de resultados o discusión

Domínguez (2015) considera que la discusión sigue el orden de las principales tablas de resultados, determinando sí coinciden o no con los antecedentes, llevando a responder preguntas de investigación relacionadas con la tabla de resultados, así como el logro o fracaso de los objetivos establecidos. Las limitaciones del estudio fueron admitidas tras la repetición de los resultados. Los resultados se generalizan a las poblaciones y la

trascendencia del estudio evaluado: todo ello dará lugar a conclusiones y redacción de recomendaciones para el seguimiento de nuevos interrogantes, muestras, herramientas, línea de investigación, entre otros. De manera similar, la discusión está escrita de tal manera que facilite la toma de decisiones con respecto a una teoría, un curso de acción o un problema.

2.6. Desarrollo

2.6.1. Estudios evaluados dentro de la investigación

Se realiza la búsqueda de información se aplicando criterios de inclusión de diferentes estudios, en las cuales se tuvo en cuenta que las bases de datos sean confiables y de calidad, las cuales generalmente están respaldadas por una universidad, las investigaciones cuentan con la estructura IMRD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión), además deben estar relacionados a las variables de estudio y a la unidad de estudio que se consideran en esta investigación, para ello se buscó en diferentes fuentes a nivel nacional e internacional considerando diferentes idiomas, considerando a su vez repositorios de universidades a nivel mundial.

En la recolección de información para desarrollar esta dimensión se tuvo que hacer uso del instrumento validado por el especialista, donde se almacena información relevante de los diferentes estudios tanto para fibras metálicas y fibras sintéticas.

Tabla 5

Estudios de Fibras de acero

N° Estudio	Base de datos	Título de estudio	Autor	Ubicación	Año
EFA1	Google académico	Propiedades mecánicas del hormigón armado mixto con fibras de acero con la combinación de micro y macrofibras de acero	Jegatheeswaran, D & Sridhar, J.	La India	2020
EFA2	Proquest	Comportamiento a flexión de losas de concreto compuesto hechas con concreto armado con fibras de acero y polipropileno en la zona de compresión	Sadowska, B; Szafraniec, M; Barnat, D & Lagòd, G.	Suiza	2020
EFA3	Google académico	Influencia de la geometría de las fibras en la fractura del concreto reforzado con fibras de acero	Komathi, M; Stefie, J & Ravindra, G.	India	2020

EFA4	Google académico	Comportamiento del hormigón utilizando fibra de acero como material de tracción	Subramani, R; Kumar, K & Vijayprabhakaran, G.	India	2020
EFA5	Repositorio universidad Ricardo Palma	Proceso constructivo de una losa industrial de concreto hidráulico con fibras de acero y sus beneficios obtenidos en su ejecución en un centro de distribución.	Chumpitaz , F & Nava , C.	Perú	2019
EFA6	Ebsco	Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero	Ramos, N.	Perú	2019
EFA7	Google académico	Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima	Carranza, J.	Perú	2018
EFA8	Google académico	Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, Trujillo 2018	Cuenca, E & Solórzano, C.	Perú	2018
EFA9	Repositorio de universidad de Costa Rica	Determinación de la capacidad de carga residual al agrietamiento en concreto reforzado con fibras macro sintéticas o fibras metálicas, para losas industriales	Fajardo, C.	Costa Rica	2018
EFA10	Google académico	Análisis de la capacidad de flexión de pavimentos de concreto reforzado con fibras	Wtaife, S; Alsabbagh, A; Eisaa, T; Alshammari, E; Shaban, A & Suksawang, N.	Irak	2018
EFA11	Ebsco	Aplicación de concreto reforzado con fibras de acero en losas de contrapiso para viviendas de interés social	Mendieta, L.	Colombia	2017
EFA12	Science	Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero.	Carrillo, J; Sánchez, M & Silva, D .	México	2016
EFA13	Ingeniería investigación y tecnología,	Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero	Carrillo, J & Silva, D .	México	2016
EFA14	Repositorio upc	Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido.	Sotil, A. , Zegarra, J.	Perú	2015
EFA15	Repositorio universidad Autónoma	Optimización del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en pisos industriales, basado en análisis experimental y numérico.	Meza, A.	México	2015
EFA16	Google académico	Análisis comparativo teórico y económico, entre fibras sintéticas y de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyadas sobre suelos.	Córdoba, C.	Costa Rica	2015
EFA17	Google académico	Determinación de la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto para un " $f'c=280$ kg/cm ² ".	Ortiz, S.	Perú	2015
EFA18	Ebsco	Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado.	López , J.	México	2015
EFA19	Scielo	Experimental mechanical characterization of steel and polypropylene fiber reinforced concrete	Meza, A., Ortiz, José., Peralta, L., Pacheco, J., Soto, J., Rangel, S., Padilla, R., & Alvarado, J.	Venezuela	2014
EFA20	Ebsco	Comparativa de la tenacidad entre hormigón convencional, hormigón reforzado con fibras de acero y hormigón reforzado con fibras de polipropileno	Figuroa, A.	España	2013
EFA21	Revista ingeniería	Comportamiento de losas apoyadas en suelo utilizando concreto reforzado con fibras metálicas.	Navas, A., Rojas, J.	Costa Rica	2011
EFA22	Google académico	Effects of fibre geometry and volume fraction on the flexural behaviour of steel-fibre reinforced concrete	Soulioti, D., Barkoula, N., Paipetis, A. & Matikas, T.	Grecia	2011
EFA23	Scielo	Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros	Campoy, N., Chávez, O., Rojas, E., Gaxiola, J., Millán, J., & Rosa, D.	México	2021

EFA24	SciELO	Estudio del comportamiento a la fatiga de una mezcla de concreto para pavimentos reforzada con fibras metálicas	Ruiz, D., Rodríguez, F & León, M.	Colombia	2017
EFA25	Google académico	Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales	Montalvo, M.	Perú	2015

Nota: Base de datos de los 25 estudios relacionados a la variable Fibras de acero.

Tabla 6

Estudios de Fibras sintéticas

N°	Estudio	Base de datos	Título de estudio	Autor	Ubicación	Año
EFS1	Google académico		Mejora de la capacidad de carga de losas de pavimento de hormigón utilizando macrofibras sintéticas	Eisa, M.S.; Basiouny, M.E.; Youssef, A.M	Egipto	2021
EFS2	Google académico		Análisis de costos y tiempos para la construcción de la placa en concreto del concesionario automotriz ford av. Boyacá 170-97 con la inclusión de macrofibras sintéticas y la implementación de la metodología bim	Álvarez, L.A; Silva, Y.M	Colombia	2020
EFS3	Google académico		Análisis de la correlación del módulo de rotura (mr) vs. La resistencia a tracción indirecta (f't) y compresión (f'c) de concreto f'c = 280, 300, 350, 420 kgf/cm ² para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días de edad en la av. Metropolitana de la ciudad de Arequipa	Flores, Y.V.; Mendoza, J.C	Perú	2020
EFS4	Google académico		Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos	Vargas, G.B.; Yataco, A.G.	Perú	2020
EFS5	Google académico		Implementación de macrofibras sintéticas para mejorar la tenacidad de losas rígidas de estacionamiento del proyecto multifamiliar córdova, Miraflores, Lima, 2019	Dolores, C.M	Perú	2019
EFS6	Google académico		Aplicación de fibras sintéticas para mejorar la resistencia del concreto, en losas del jr. Túpac Amaru, distrito de Cajatambo-Lima 2019	Cano, J.C	Perú	2019
EFS7	Google académico		Uso de la fibra sintética en el concreto estructural para edificaciones	Ramírez, A.; Gutiérrez, C.S.; Granados, J.M	Colombia	2019
EFS8	Google académico		Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno av. Ancash el agustino 2019	Hernando, H.I.; Huamaní, N.J	Perú	2019
EFS9	Google académico		Aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto	Vega, L.M	Colombia	2019
EFS10	Repositorio USMP		Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmagro – Huachipa - Lima	Chuhua, J. I., Huayta, P. H	Perú	2018
EFS11	Google académico		Evaluación del remplazo de acero tradicional por fibras sintéticas como refuerzo en losas de concreto	Machuca, C.	Colombia	2018
EFS12	Google académico		Análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electrosoldada en hormigones para pavimentos industriales	Zamorano, A.	Chile	2018
EFS13	Google académico		Caracterización del comportamiento de hormigones reforzados con fibras sintéticas frente a cargas de punzonamiento	Poo, F. Guerini, V., Conforti, A., Plizzari, G. y Kawashima, S.	Chile	2018
EFS14	Google académico		Influencia del acero y las fibras macro sintéticas en las propiedades del hormigón		Suiza	2018
EFS15	Repositorio Upn		Análisis del desempeño de la macrofibra sintética en la tenacidad del concreto.	Rojas, K.	Perú	2017
EFS16	Repositorio institucional continental		Estudio de la fibra sintética de polipropileno en el control de fisuras por retracción plástica en losas aligeradas de concreto con resistencia f'c=210 kg/cm ² y f'c=245 kg/cm ² , Huancayo 2017	Ivalo, C. Altamirano, M., Pombo, R., Giaccio, G. & Zerbino, R.	Perú	2017
EFS17	Google académico		Hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para la ejecución de pisos y pavimentos industriales		Argentina	2017
EFS18	Google académico		Análisis comparativo de las características mecánicas a compresión, flexión y costos de materiales de un concreto patrón y otro adicionado con fibra sintética mejorada sikafiber® pe, elaborado con agregado de las canteras cunyac y vicho.	Champi, C., Espinoza, L	Perú	2017

EFS19	Google académico	Incorporación de fibras de polipropileno (sikafiber force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un concreto con resistencia a la compresión 28mpa para el departamento de Lima	Valera, E	Perú	2017
EFS20	Google académico	Estudio experimental de la respuesta mecánica de hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para uso en pisos industriales	Zerbino, R., Giaccio, G. & Pombo, R.	Argentina	2016
EFS21	Google académico	Implementación de macro fibras sintéticas como refuerzo en hormigón proyectado y moldeado en reemplazo de fibras metálicas a través de un comportamiento mecánico.	Quiguiri, J.	Ecuador	2016
EFS22	Google académico	Utilización de fibra sintética para la reducción de fisuras por contracción térmica en losas de concreto reforzado	Pineda, J.	Guatemala	2015
EFS23	Google académico	Macrofibras sintéticas para el refuerzo de hormigón	Giaccio, G., Bossio, M., Monetti, D., Morea, F., Torrijos, M & Zerbino, R.	Argentina	2013
EFS24	Google académico	Resistencia del concreto normal usando fibras metálicas y sintéticas	Vairagade, V. & Kene, K.	India	2013
EFS25	Google académico	Análisis del esfuerzo residual en concreto para pavimento rígido reforzado con fibras metálicas y sintéticas	Mendoza, J., Vásquez, A. & Villa, M.	Colombia	2012

Nota: Base de datos de los 25 estudios relacionado con la variable fibras sintéticas.

2.6.2. Tipos y características de las fibras

Del instrumento aplicado a todos los estudios referentes a las fibras metálicas como a las sintéticas, se organiza las características de las fibras tales como relación de aspectos, formas de fibras y tipos de fibras.

Tabla 7

Características en estudios de fibras metálicas

N° Estudio	Tipo de fibra	Nombre comercial de fibra	Longitud (L) mm	Diámetro (D) mm	Relación de aspectos (L/D)	Forma de la fibra
EFA1	Acero	Macro Fibra de Acero	38	0.50	76.00	Recta
		Micro Fibra de Acero	15	0.30	50.00	Recta
EFA2	Acero	DRAMIX® OL 13/16	13	0.16	81.00	Recta
EFA3	Acero	Fibras de Acero 3D	35	0.55	64.00	Ganchos en los extremos
		Fibras de Acero 5D	60	0.90	67.00	Ganchos en los extremos
EFA4	Acero	DRAMIX	-	-	-	Ganchos en los extremos
EFA5	Acero	Dramix 4D 80/60 BG	60	0.75	80.00	Ganchos en los extremos
EFA6	Acero	Fibra De Acero Sika Fiber Cho 80/60 Nb	60	0.75	80.00	Ganchos en los extremos
EFA7	Acero	Wirand FF1	50	1.00	50.00	Ganchos en los extremos
EFA8	Acero	Sika Fiber CHO 65/35 NB	35	0.54	65.00	Ganchos en los extremos
EFA9	Acero	Dramix 3D 80/60	60	0.75	80.00	Ganchos en los extremos
EFA10	Acero	Fibra de acero	1.5	0.04	43.00	Ganchos en los extremos
EFA11	Acero	Dramix RL-45/50-BN	50	1.05	48.00	Ganchos en los extremos
EFA12	Acero	Dramix RL-45/50-BN	50	1.05	48.00	Ganchos en los extremos
EFA13	Acero	Dramix RL-45/50-BN	50	1.05	48.00	Ganchos en los extremos
EFA14	Acero	Wirand FF3	50	0.75	67.00	Ganchos en los extremos
		Wirand FF4	60	0.75	80.00	Ganchos en los extremos
		Dramix	60	0.90	67.00	Ganchos en los extremos
		Ramgra con estribos	40	1.00	40.00	Ganchos en los extremos
EFA15	Acero	Ramgra ondulada	29	1.00	29.00	Dentadas
		Fibracero	25	1.05	24.00	Dentadas
		Tecnor	39	0.78	50.00	Onduladas
EFA16	Acero	Dramix 3D 80/60	60	0.75	80.00	Ganchos en los extremos

EFA17	Acero	Sika Fiber CHO 65/35 NB	35	0.54	65.00	Ganchos en los extremos
EFA18	Acero	Dramix RC 65/35 BN Dramix	35.5 60	0.55 0.90	65.00 67.00	Ganchos en los extremos Ganchos en los extremos
EFA19	Acero	Ramgra con estribos Ramgra ondulada Fibracero Tecnor	40 29 25 39	1.00 1.00 1.02 0.78	40.00 29.00 24.00 50.00	Ganchos en los extremos Dentadas Dentadas Onduladas
EFA20	Acero	Dramix RC 65/35 BN	35.5	0.55	65.00	Ganchos en los extremos
EFA21	Acero	Wirand FF1	50	1.00	50.00	Ganchos en los extremos
EFA22	Acero	Fibras de acero Fibras de acero	31 25	0.75 0.75	41.00 33.00	Ganchos en los extremos Onduladas
EFA23	Acero	Dramix 3D Metalfib	60 50	0.75 1.00	80.00 50.00	Ganchos en los extremos Onduladas
EFA24	Acero	Fibras de acero	35	0.55	64.00	Ganchos en los extremos
EFA25	Acero	Wirand FF1	50	1.00	50.00	Ganchos en los extremos

Nota. Los estudios que utilizan fibras metálicas tienen características diferentes en sus formas y relación de aspectos, sin embargo, no todos los estudios especifican el nombre comercial de la fibra utilizada en sus ensayos realizados, es por ello que al extraer la información se considera (-).

Tabla 8

Estudios de características de fibras sintéticas

N° Estudio	Tipo de fibra	Nombre comercial de fibra	Longitud mm	Diámetro mm	Relación de aspectos (L/D)	Forma de la fibra
EFS1	Sintética	Master fiber 249	48.00	0.85	56.47	Fibra de polipropileno en tiras rectas
		Maxten	39.00	0.79	49.37	Fibras de copolímeros rectas
		Tuf - Strand SF	50.00	0.68	74.00	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS2	Sintética	SikaFiber AD	19.00	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
		Forta	54.00	0.59	91.53	Fibra de polipropileno en tiras rectas
		Fibraplas Concrete	55.00	0.60	91.67	Fibra de polipropileno ondulada
EFS3	Sintética	Sika Fiber PE	-	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
		Sika Fiber Force PP-48 macrofibras sintéticas	48.00	0.34	141.18	Fibra de polipropileno deformada
EFS5	Sintética	estructurales PL 53	53.00	1.05	50.48	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS6	Sintética	SikaFiber® PE	-	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS7	Sintética	Fibras Sintéticas (Sika)	-	-	-	-
EFS8	Sintética	Fibra Z	38.00	0.70	54.29	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS10	Sintética	BarChip MQ58	58.00	-	-	Fibras poliméricas
EFS11	Sintética	SikaFiber AD	19.00	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS13	Sintética	Barchip48	48.00	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
		Macro Fibras Sintéticas 40	40.00	0.75	53.33	Fibra de polipropileno rizada
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 54	54.00	0.81	66.67	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS15	Sintética	SikaFiber® Force PP 48	48.00	0.34	141.18	Fibra de polipropileno ondulada
EFS16	Sintética	SikaCem – 1 Fiber	20.00	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
		Macro Fibras Sintéticas A	-	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas B	-	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
		Macro Fibras Sintéticas C	-	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS18	Sintética	SikaFiber® PE	-	-	-	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS19	Sintética	sikaFiber Force pp48	48.00	0.34	141.18	Fibra de polipropileno ondulada
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética A	-	-	-	Fibras poliméricas

Estudio	Tipo de fibra	Nombre comercial de fibra	Resistencia de diseño a la compresión	Dosificación utilizada	Dosificación recomendada	
EFS21	Sintética	Macro Fibra Sintética B Sikafiber Force PP 65	65.00	0.33	196.97	Fibras poliméricas Fibra de polipropileno deformada
EFS22	Sintética	La fibra sintética RXF54	54.00	0.69	78.26	Fibra de monofilamento no fibrilado
EFS23	Sintética	Macro Fibra Sintética	54.00	0.46	117.39	Fibra de polipropileno en tiras rectas
		Macro Fibra Sintética	60.00	0.62	96.77	Fibra de polipropileno en tiras rectas
		Macro Fibra Sintética	50.00	0.78	64.10	Fibra de polipropileno ondulada
		Macro Fibra Sintética	50.00	0.97	51.55	Fibra de polipropileno ondulada
		Macro Fibra Sintética	40.00	0.38	105.26	Fibra de polipropileno en tiras rectas
EFS24	Sintética	Macro Fibra Sintética	50.00	0.79	63.29	Fibra de polipropileno ondulada
		Fibra Sintética 15	15.00	-	-	Fibra de polipropileno fibrilado
		Fibra Sintética 20	20.00	-	-	Fibra de polipropileno fibrilado
		Fibra Sintética 24	24.00	-	-	Fibra de polipropileno fibrilado
EFS25	Sintética	TUF-STRAND SF	50.00	0.68	74.00	Fibra de polipropileno deformada

Nota: Los estudios que utilizan fibras sintéticas tienen características diferentes en sus formas y relación de aspectos, sin embargo, no todos los estudios especifican el nombre comercial de la fibra utilizada en sus ensayos realizados, es por ello que al extraer la información se considera (-).

2.6.3. Dosificación de fibras

Por otro lado, se organiza la información referente a las dosificaciones utilizadas, dosificaciones recomendadas por las fichas técnicas de las marcas y la resistencia de diseño a la compresión de los estudios considerados tanto para las fibras metálicas como las fibras sintéticas.

Tabla 9

Diseños del concreto utilizando fibras metálicas en los estudios

N° Estudio	Tipo de fibra	Nombre comercial de fibra	Resistencia de diseño a la compresión	Dosificación utilizada	Dosificación recomendada
EFA1	Acero	Macro Fibra de Acero	31	36	-
		Micro Fibra de Acero	31	36	-
EFA2	Acero	DRAMIX® OL 13/.16	60	20.4	60
EFA3	Acero	Fibras de Acero 3D	50	45	15
		Fibras de Acero 5D	50	35	15
EFA4	Acero	DRAMIX	20	5.3	15
		DRAMIX	20	10.6	15
		DRAMIX	20	15.9	15
		DRAMIX	20	21.2	15
EFA5	Acero	Dramix 4D 80/60 BG	28	15	10
EFA6	Acero	Sika Fiber Cho 80/60 Nb	25	15	10
		Sika Fiber Cho 80/60 Nb	25	30	10
		Sika Fiber Cho 80/60 Nb	25	45	10
EFA7	Acero	Wirand FF1	21	40	20
		Wirand FF1	21	60	20
		Wirand FF1	21	80	20
EFA8	Acero	Sika Fiber CHO 65/35 NB	21	25	15
EFA9	Acero	Dramix 3D 80/60	30	10	10
		Dramix 3D 80/60	30	25	10
EFA10	Acero	Fibra de acero	45	30	-
		Fibra de acero	45	40	-
		Fibra de acero	45	60	-
EFA11	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	5	20
		Dramix RL-45/50-BN	21	9	20

		Dramix RL-45/50-BN	21	18	20
EFA12	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	5	20
		Dramix RL-45/50-BN	21	9	20
		Dramix RL-45/50-BN	21	18	20
EFA13	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	5	20
		Dramix RL-45/50-BN	21	9	20
		Dramix RL-45/50-BN	21	18	20
EFA14	Acero	Wirand FF3	28	20	15
		Wirand FF3	28	25	15
		Wirand FF4	28	20	15
		Wirand FF4	28	25	15
		Dramix	28	28	15
EFA15	Acero	Ramgra con estribos	28	28	15
		Ramgra ondulada	28	28	15
		Fibracero	28	27	15
		Tecnor	28	6	15
EFA16	Acero	Dramix 3D 80/60	28	20	15
		Dramix 3D 80/60	28	30	15
EFA17	Acero	Sika	28	30	30
		Fiber CHO 65/35 NB	28	50	30
		Sika	28	70	30
		Fiber CHO 65/35 NB	28	40	15
		Dramix RC 65/35 BN	28	60	15
EFA18	Acero	Dramix RC 65/35 BN	28	80	15
		Dramix RC 65/35 BN	28	80	15
		Dramix	40	28	15
EFA19	Acero	Ramgra con estribos	40	28	15
		Ramgra ondulada	40	28	15
		Fibracero	40	27	15
		Tecnor	40	6	15
EFA20	Acero	Dramix RC 65/35 BN	50	25.9	15
		Wirand FF1	28	15.1	30
EFA21	Acero	Wirand FF1	28	20.1	30
		Wirand FF1	28	25.1	30
		Wirand FF1	28	40	30
EFA22	Acero	Fibras de acero	46.6	39	20
		Fibras de acero	46.6	79	20
		Fibras de acero	46.6	118	20
		Fibras de acero	46.6	39	20
		Fibras de acero	46.6	79	20
		Fibras de acero	46.6	118	20
		Dramix 3D	48	6	10
EFA23	Acero	Dramix 3D	48	12	10
		Dramix 3D	48	18	10
		Dramix 3D	48	24	10
		Dramix 3D	48	36	10
		Metalfib	48	6	10
		Metalfib	48	12	10
		Metalfib	48	18	10
		Metalfib	48	24	10
		Metalfib	48	36	10
		Metalfib	48	36	10
EFA24	Acero	Fibras de acero	65	20	15
		Fibras de acero	65	40	15
		Fibras de acero	65	80	15
EFA25	Acero	Wirand FF1	28	20	20
		Wirand FF1	28	25	20
		Wirand FF1	28	30	20
		Wirand FF1	28	35	20
		Wirand FF1	28	40	20
		Wirand FF1	28	45	20
		Wirand FF1	28	50	20

Nota: Información extraída de los ensayos realizados en los estudios analizados, en los cuales no todos cuentan con los datos requeridos por la tabla, es por ello que se considera (-) a la información no brindada dentro de los estudios relacionados a las fibras de acero.

Tabla 10

Diseños del concreto utilizando fibras sintéticas en las investigaciones

N° Estudio	Tipo de fibra	Nombre comercial de fibra	Resistencia de diseño a la compresión	Dosificación utilizada	Dosificación recomendada
EFS1	Sintética	Master fiber 249	30.00	6.00	3.00
		Maxten	-	1.80	1.80
		Tuf - Strand SF	-	2.50	1.80
		SikaFiber AD	-	1.00	1.00
		Forta	-	3.50	-
EFS2	Sintética	Fibraplas Concrete	-	3.20	3.00
			28.00	0.50	0.60
			28.00	1.00	0.60
		Sika Fiber PE	28.00	1.50	0.60
			28.00	2.00	2.00
EFS3	Sintética	Sika Fiber Force PP-48	28.00	6.00	2.00
		macrofibras sintéticas estructurales PL 53	21.00	5.00	-
EFS5			21.00	7.00	-
			28.00	0.50	0.60
EFS6	Sintética	SikaFiber® PE	28.00	0.60	0.60
			21.00	4.00	0.60
			21.00	8.00	0.60
EFS7	Sintética	Fibras Sintéticas (Sika)	21.00	12.00	0.60
			28.00	0.20	0.40
			28.00	0.40	0.40
EFS8	Sintética	Fibra Z	28.00	0.60	0.40
			28.00	1.00	2.50
			28.00	3.00	2.50
EFS10	Sintética	BarChip MQ58	28.00	4.00	2.50
			21.00	2.00	1.00
			21.00	3.00	1.00
EFS11	Sintética	SikaFiber AD	21.00	4.00	1.00
			-	4.00	2.50
			-	8.00	2.50
EFS13	Sintética	Barchip48	-	12.00	2.50
			45.00	4.60	5.00
			45.00	9.10	5.00
			45.00	4.60	5.00
			50.00	9.10	5.00
			50.00	4.60	5.00
			50.00	9.10	5.00
			50.00	4.60	5.00
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 54	50.00	9.10	5.00
			-	3.00	2.00
			-	5.00	2.00
EFS15	Sintética	SikaFiber® Force PP 48	-	7.00	2.00
			21.00	0.40	0.80
			21.00	0.70	0.80
			21.00	1.20	0.80
			24.50	0.40	0.80
			24.50	0.70	0.80
EFS16	Sintética	SikaCem – 1 Fiber	24.50	1.20	0.80
			28.00	1.00	-
			28.00	2.00	-
			28.00	3.00	-
			28.00	4.00	-
			28.00	5.50	-
			28.00	1.00	-
			28.00	2.00	-
			28.00	3.00	-
			28.00	4.00	-
			28.00	5.50	-
		EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas C	28.00
28.00	4.00				-
28.00	6.00				-
EFS18	Sintética	SikaFiber® PE	21.00	0.30	0.60

			21.00	0.60	0.60
			21.00	0.90	0.60
			28.00	2.00	4.00
			28.00	3.00	4.00
EFS19	Sintética	sikaFiber Force pp48	28.00	4.00	4.00
			28.00	1.00	-
			28.00	2.00	-
			28.00	3.00	-
			28.00	4.00	-
		Macro Fibra Sintética A	28.00	5.50	-
			28.00	1.00	-
			28.00	2.00	-
			28.00	3.00	-
			28.00	4.00	-
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética B	28.00	5.50	-
			-	4.00	0.60
			-	5.00	0.60
EFS21	Sintética	Sikafiber Force PP 65	-	6.00	0.60
EFS22	Sintética	La fibra sintética RXF54	21.00	1.50	1.50
		Fibra Sintética 15	20.00	1.50	-
		Fibra Sintética 20	20.00	1.50	-
EFS24	Sintética	Fibra Sintética 24	20.00	1.50	-
EFS25	Sintética	TUF-STRAND SF	-	2.70	1.80

Nota: Información extraída de los ensayos realizados en los estudios analizados, en los cuales no todos cuentan con los datos requeridos por la tabla, es por ello que se considera (-) a la información no brindada dentro de los estudios relacionados a las fibras sintéticas. Los ensayos analizados por los diferentes autores donde consideran el módulo de rotura a los 28 días.

2.6.4. Ensayos dentro de las investigaciones analizadas

Asimismo, se evaluó de manera detallada las diferentes investigaciones para organizar solo los estudios que contengan tanto las resistencias de diseño, dosificaciones, resistencia a la compresión a los 28 días y el módulo de rotura, esto con el fin de poder representar el comportamiento del concreto fibroreforzado.

Tabla 11

Resultados de ensayos utilizando fibras metálicas

Nº Estudio	Tipo de fibra	Nombre comercial de fibra	F ^c de diseño (MPA)	Dosificación utilizada kg/m ³	F ^c a los 28 días (MPA)	MR
EFA4	Acero	DRAMIX	20	5.3	21.2	4.05
EFA4	Acero	DRAMIX	20	10.6	20.3	4.62
EFA4	Acero	DRAMIX	20	15.9	22.6	4.99
EFA4	Acero	DRAMIX	20	21.2	23.5	5.10
EFA11	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	5	27.92	4.02
EFA12	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	5	30.02	4.2
EFA13	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	5	30.02	4.2
EFA11	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	9	30.42	4.08
EFA12	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	9	31.02	4.2
EFA13	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	9	31.02	4.2
EFA11	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	18	29.09	4.23
EFA12	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	18	31.7	4.3
EFA13	Acero	Dramix RL-45/50-BN	21	18	31.7	4.3
EFA8	Acero	Sika Fiber CHO 65/35 NB	21	25	21	3.19
EFA7	Acero	Wirand FF1	21	40	23.29	3.86
EFA7	Acero	Wirand FF1	21	60	21.89	3.94

EFA7	Acero	Wirand FF1	21	80	21.07	3.02
EFA6	Acero	Sika Fiber Cho 80/60 Nb	25	15	28.5	4.95
EFA6	Acero	Sika Fiber Cho 80/60 Nb	25	30	27	5.16
EFA6	Acero	Sika Fiber Cho 80/60 Nb	25	45	26.85	5.36
EFA15	Acero	Tecnor	28	6	30.48	4.48
EFA5	Acero	Dramix 4D 80/60 BG	28	15	35.5	3.69
EFA21	Acero	Wirand FF1	28	15.1	27.5	4.73
EFA14	Acero	Wirand FF3	28	20	31.76	4.26
EFA14	Acero	Wirand FF4	28	20	29	4.4
EFA16	Acero	Dramix 3D 80/60	28	20	32.93	4.07
EFA21	Acero	Wirand FF1	28	20.1	27.5	4.77
EFA14	Acero	Wirand FF3	28	25	31.31	4.67
EFA14	Acero	Wirand FF4	28	25	28.78	5.57
EFA21	Acero	Wirand FF1	28	25.1	27.5	4.68
EFA15	Acero	Fibracero	28	27	32.44	4.49
EFA15	Acero	Dramix	28	28	33.09	4.87
EFA15	Acero	Ramgra con estribos	28	28	32.98	4.86
EFA15	Acero	Ramgra ondulada	28	28	27.36	4.19
EFA16	Acero	Dramix 3D 80/60	28	30	32.82	4.11
EFA17	Acero	Sika Fiber CHO 65/35 NB	28	30	28.75	5.99
EFA18	Acero	Dramix RC 65/35 BN	28	40	40.6	3.95
EFA21	Acero	Wirand FF1	28	40	27.5	4.82
EFA17	Acero	Sika Fiber CHO 65/35 NB	28	50	29.02	7.63
EFA18	Acero	Dramix RC 65/35 BN	28	60	38.83	3.86
EFA17	Acero	Sika Fiber CHO 65/35 NB	28	70	31.07	8.85
EFA18	Acero	Dramix RC 65/35 BN	28	80	40.99	3.97
EFA9	Acero	Dramix 3D 80/60	30	10	41.08	3.97
EFA9	Acero	Dramix 3D 80/60	30	25	38.64	3.85
EFA1	Acero	Macro Fibra de Acero	31	36	34.42	3.22
EFA1	Acero	Micro Fibra de Acero	31	36	36.58	2.90
EFA19	Acero	Tecnor	40	6	30.48	4.48
EFA19	Acero	Fibracero	40	27	32.44	4.49
EFA19	Acero	Dramix	40	28	33.09	4.87
EFA19	Acero	Ramgra con estribos	40	28	32.98	4.86
EFA19	Acero	Ramgra ondulada	40	28	27.36	4.19
EFA10	Acero	Fibra de acero	45	30	44.5	3.9
EFA10	Acero	Fibra de acero	45	40	47	4.1
EFA10	Acero	Fibra de acero	45	60	51	5.3
EFA22	Acero	Fibras de acero	46.6	39	50.4	3.8
EFA22	Acero	Fibras de acero	46.6	39	49.8	3.95
EFA22	Acero	Fibras de acero	46.6	79	43.9	4.6
EFA22	Acero	Fibras de acero	46.6	79	46	4.75
EFA22	Acero	Fibras de acero	46.6	118	50.2	5.8
EFA22	Acero	Fibras de acero	46.6	118	54.8	6
EFA23	Acero	Dramix 3D	48	6	45.11	4.2
EFA23	Acero	Metalfib	48	6	43.15	5.1
EFA23	Acero	Dramix 3D	48	12	46.09	4.3
EFA23	Acero	Metalfib	48	12	48.05	4.9
EFA23	Acero	Dramix 3D	48	18	47.07	6.6
EFA23	Acero	Metalfib	48	18	51.97	4.6
EFA23	Acero	Dramix 3D	48	24	47.56	7.1
EFA23	Acero	Metalfib	48	24	51.09	5
EFA20	Acero	Dramix RC 65/35 BN	50	25.9	51.42	5.56
EFA3	Acero	Fibras de Acero 5D	50	35	50	5.13
EFA3	Acero	Fibras de Acero 3D	50	45	50	5.26
EFA2	Acero	DRAMIX® OL 13/.16	60	20.4	59.8	2.65
EFA24	Acero	Fibras de acero	65	20	65.28	6.81
EFA24	Acero	Fibras de acero	65	40	65.31	7.05
EFA24	Acero	Fibras de acero	65	80	66.11	8.33

Nota. Se presenta los resultados obtenidos por los autores de las investigaciones evaluadas, teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión esta expresado en MPA y MR es módulo de rotura del concreto a los 28 días.

Tabla 12

Resultados de ensayos utilizando fibras sintéticas

Nº Estudio	Tipo de fibra	Nombre comercial de fibra	Resistencia de diseño a la compresión	Dosificación utilizada	Resistencia a la compresión a los 28 días	Módulo de rotura
EFS24	Sintética	Fibra Sintética 15	20.00	1.50	23.33	2.99
EFS24	Sintética	Fibra Sintética 20	20.00	1.50	24.02	3.04
EFS24	Sintética	Fibra Sintética 24	20.00	1.50	26.04	3.16
EFS18	Sintética	SikaFiber® PE	21.00	0.30	24.77	3.58
EFS16	Sintética	SikaCem – 1 Fiber	21.00	0.40	29.30	3.36
EFS18	Sintética	SikaFiber® PE	21.00	0.60	33.35	3.61
EFS16	Sintética	SikaCem – 1 Fiber	21.00	0.70	27.16	3.23
EFS18	Sintética	SikaFiber® PE	21.00	0.90	29.68	3.95
EFS16	Sintética	SikaCem – 1 Fiber	21.00	1.20	26.95	3.22
EFS22	Sintética	La fibra sintética RXF54	21.00	1.50	32.49	7.09
EFS11	Sintética	SikaFiber AD	21.00	2.00	35.50	3.88
EFS11	Sintética	SikaFiber AD	21.00	3.00	43.30	3.87
EFS7	Sintética	Fibras Sintéticas (Sika)	21.00	4.00	28.10	9.20
EFS11	Sintética	SikaFiber AD	21.00	4.00	48.56	4.20
EFS5	Sintética	macrofibras sintéticas estructurales PL 53	21.00	5.00	32.30	3.52
EFS5	Sintética	macrofibras sintéticas estructurales PL 54	21.00	7.00	31.71	3.49
EFS7	Sintética	Fibras Sintéticas (Sika)	21.00	8.00	17.51	8.55
EFS7	Sintética	Fibras Sintéticas (Sika)	21.00	12.00	17.78	7.83
EFS16	Sintética	SikaCem – 1 Fiber	24.50	0.40	33.22	3.57
EFS16	Sintética	SikaCem – 1 Fiber	24.50	0.70	32.74	3.55
EFS16	Sintética	SikaCem – 1 Fiber	24.50	1.20	31.28	3.47
EFS8	Sintética	Fibra Z	28.00	0.20	31.10	3.99
EFS8	Sintética	Fibra Z	28.00	0.40	31.57	3.82
EFS3	Sintética	Sika Fiber PE	28.00	0.50	39.40	4.50
EFS6	Sintética	SikaFiber® PE	28.00	0.50	30.75	3.44
EFS6	Sintética	SikaFiber® PE	28.00	0.60	32.25	3.52
EFS8	Sintética	Fibra Z	28.00	0.60	31.87	4.16
EFS6	Sintética	SikaFiber® PE	28.00	0.70	31.53	3.48
EFS3	Sintética	Sika Fiber PE	28.00	1.00	39.00	4.56
EFS10	Sintética	BarChip MQ58	28.00	1.00	56.61	4.67
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas A	28.00	1.00	33.40	4.10
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas B	28.00	1.00	34.40	3.70
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética A	28.00	1.00	33.40	4.10
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética B	28.00	1.00	34.40	3.70
EFS3	Sintética	Sika Fiber PE	28.00	1.50	39.50	4.58
EFS3	Sintética	Sika Fiber Force PP-48	28.00	2.00	37.40	4.59
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas A	28.00	2.00	33.50	4.30
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas B	28.00	2.00	37.10	4.40
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas C	28.00	2.00	41.60	4.30
EFS19	Sintética	sikaFiber Force pp48	28.00	2.00	28.67	6.82
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética A	28.00	2.00	33.50	4.30
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética B	28.00	2.00	37.10	4.40
EFS10	Sintética	BarChip MQ58	28.00	3.00	30.81	4.78
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas A	28.00	3.00	36.20	4.10
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas B	28.00	3.00	34.90	3.90
EFS19	Sintética	sikaFiber Force pp48	28.00	3.00	29.04	7.58
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética A	28.00	3.00	36.20	4.10
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética B	28.00	3.00	34.90	3.90
EFS3	Sintética	Sika Fiber Force PP-49	28.00	4.00	37.20	4.49
EFS10	Sintética	BarChip MQ58	28.00	4.00	32.46	3.53
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas A	28.00	4.00	30.80	4.10
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas B	28.00	4.00	34.70	4.30
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas C	28.00	4.00	39.30	4.30
EFS19	Sintética	sikaFiber Force pp48	28.00	4.00	28.60	8.25
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética A	28.00	4.00	30.80	4.10
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética B	28.00	4.00	34.70	4.30
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas A	28.00	5.50	32.80	4.10
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas B	28.00	5.50	35.00	4.30
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética A	28.00	5.50	32.80	4.10
EFS20	Sintética	Macro Fibra Sintética B	28.00	5.50	35.00	4.30

EFS3	Sintética	Sika Fiber Force PP-50	28.00	6.00	37.60	4.55
EFS17	Sintética	Macro Fibras Sintéticas C	28.00	6.00	40.50	4.20
EFS1	Sintética	Master fiber 249	30.00	6.00	33.20	12.40
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 40	45.00	4.60	46.65	5.62
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 40	45.00	4.60	44.66	6.43
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 40	45.00	9.10	48.83	5.77
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 40	45.00	9.10	46.37	5.66
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 54	50.00	4.60	54.97	6.37
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 54	50.00	4.60	49.86	6.35
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 54	50.00	9.10	55.04	6.43
EFS14	Sintética	Macro Fibras Sintéticas 54	50.00	9.10	48.35	6.39

Nota. Se presenta los resultados obtenidos por los autores de las investigaciones evaluadas, teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión esta expresado en Mpa y MR es módulo de rotura del concreto a los 28 días.

2.6.5. Evaluación de costos en la producción de losa apoyada sobre el suelo utilizando concreto fibroreforzado

La presente investigación para el desarrollo de este capítulo, contempla obtener datos de la ejecución de una losa industrial realizada en la ciudad de Trujillo, Departamento La Libertad, el proyecto este compuesto por diferentes fases y/o etapas, debido a ello se considera datos específicos de la construcción de la losa apoyada sobre el suelo.

Tabla 13

Información de losa industrial

Ubicación de proyecto:	Trujillo, La Libertad
Fecha de ejecución:	Marzo, 2021
Área de losa:	815 m ²
Espesor de losa:	170 mm

Nota: El área está en metros cuadrados (m²) y el espesor en milímetros (mm)

Dentro de la ejecución del proyecto se consideró utilizar un concreto reforzado con fibras de acero, asimismo se consideró los siguientes parámetros.

Tabla 14

Parámetros considerados

Volumen de concreto	138.55 m ³
Tipo de fibra	Fibra de acero
Fibra a utilizar	DRAMIX 3D 80/60 BG
Dosificación utilizada	15 Kg/m ³

Nota: El volumen esta expresado en metros cúbicos (m³) y la dosificación en kg/m³

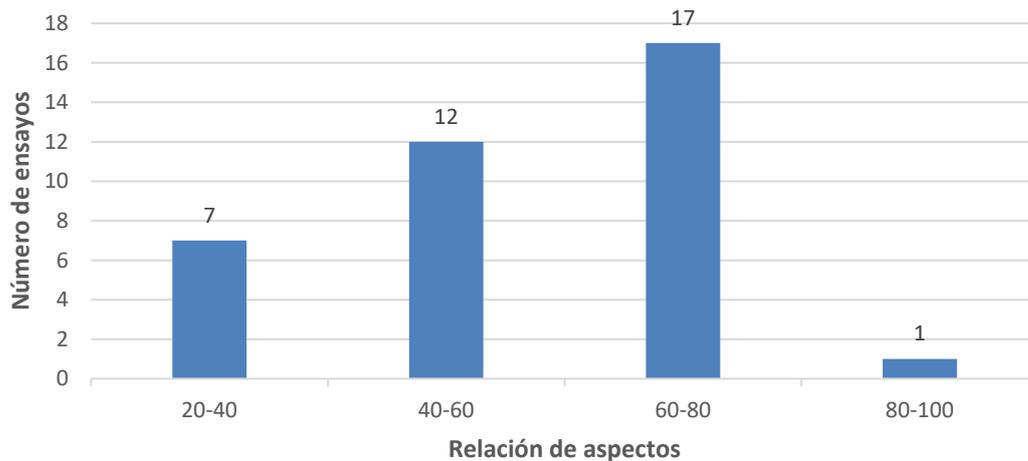
CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Evaluación de datos obtenidos de los estudios de fibras de acero

3.1.1. Característica de las fibras metálicas en los estudios evaluados

Figura 16

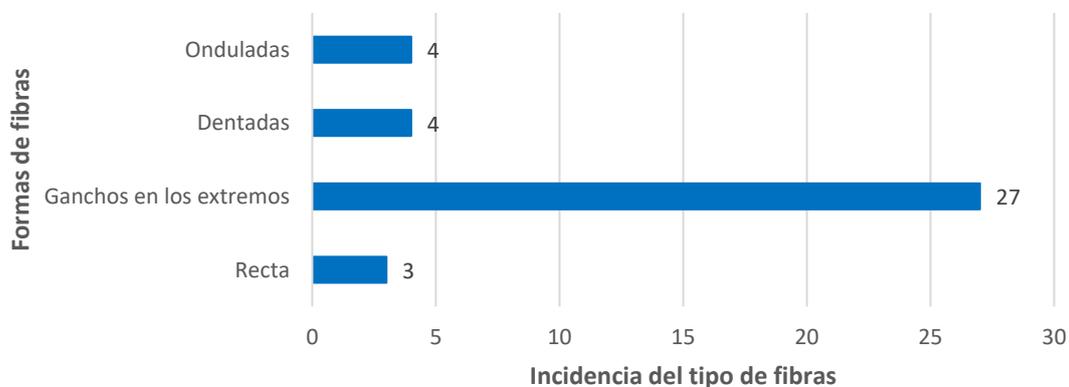
Relación de aspectos de las fibras metálicas



Nota: En la gráfica se agrupa de acuerdo a sus características de las fibras de acero que se encuentran dentro de los rangos considerados de los estudios analizados.

Figura 17

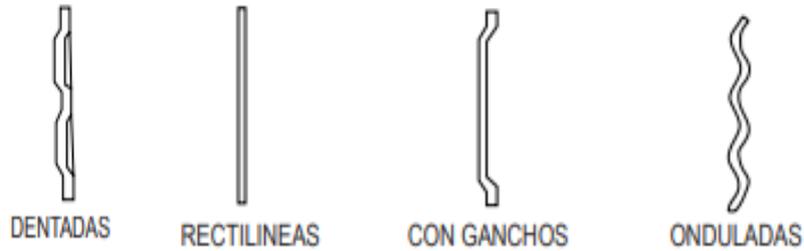
Formas de fibras de acero



Nota: De acuerdo a las diferentes formas de las fibras de acero se organiza y plasma la cantidad de ensayos realizados con las fibras dentro de los estudios indagados.

Figura 18

Formas de fibras de acero

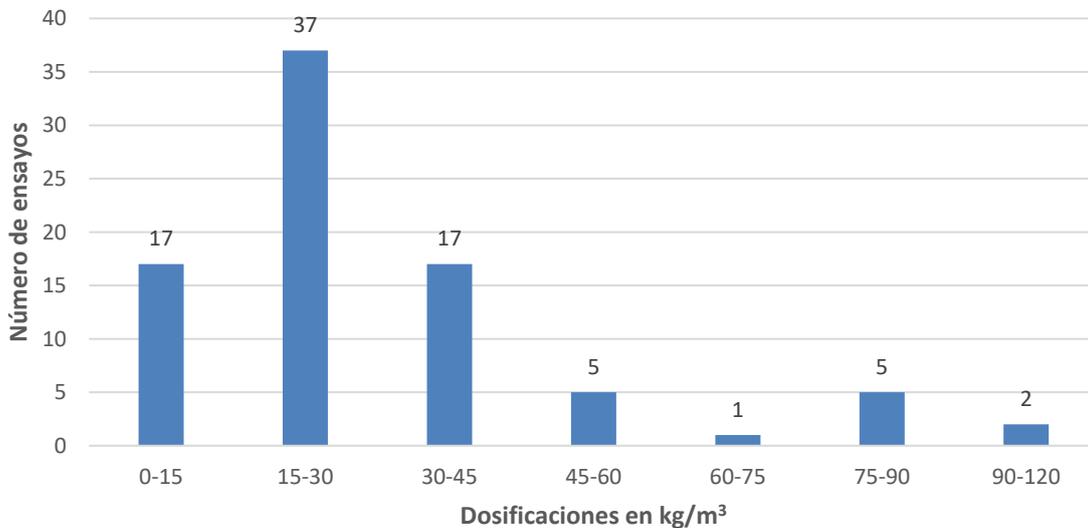


Nota: La figura representa a las formas de las Fibras de acero. Tomado de Fibras como elemento estructural para el refuerzo del Hormigón (p. 17), por Maccaferri, 2015.

3.1.2. Dosificaciones utilizadas y recomendadas en los estudios de fibras de acero evaluados

Figura 19

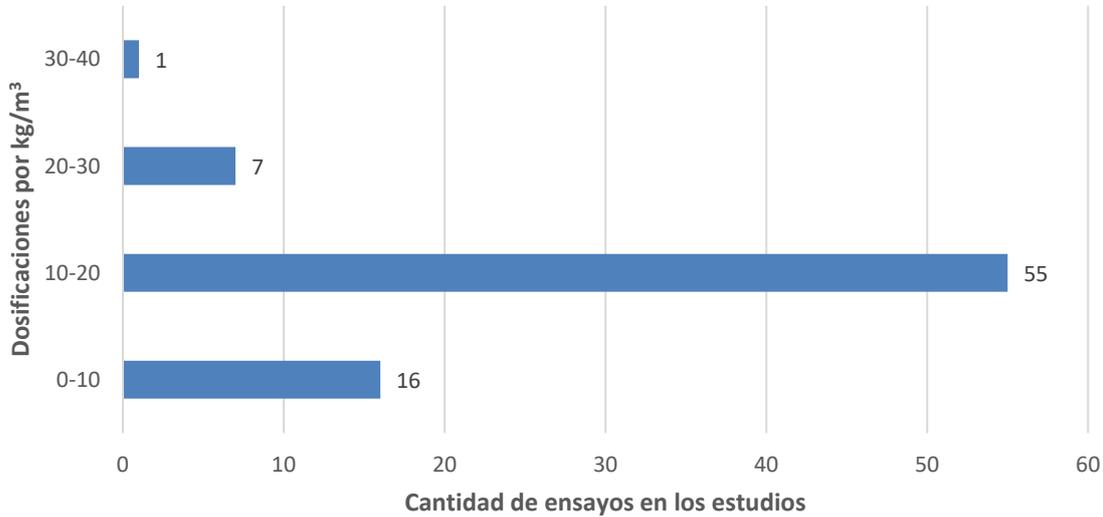
Dosificaciones de fibras metálicas utilizadas en los estudios



Nota: Analizando la información extraída se organiza las dosificaciones de fibras de acero considerados por los investigadores agrupándolos en rangos cada 15 kg/m³ con el fin de encontrar la mayor incidencia de las dosificaciones en los diseños de concreto utilizados por los autores de las investigaciones evaluadas.

Figura 20

Dosificación recomendada por fabricantes

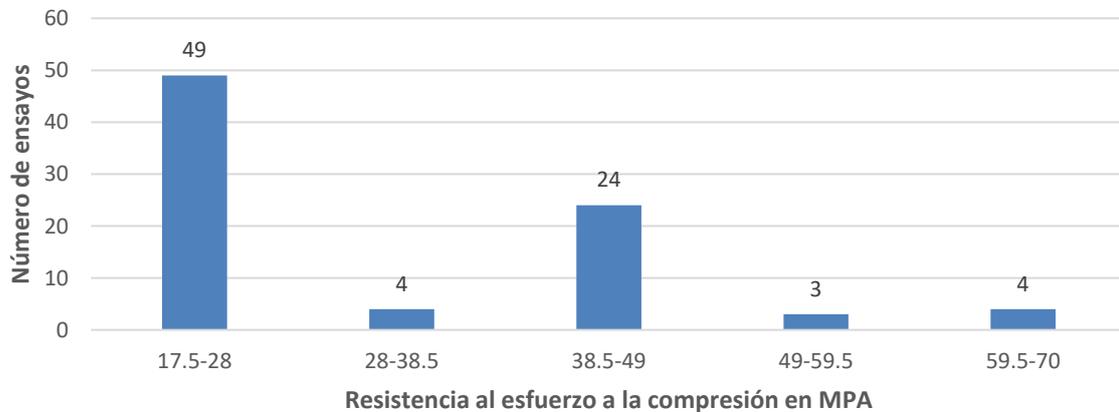


Nota: Se observa en la gráfica las dosificaciones recomendadas por las fichas técnicas de las fibras metálicas comerciales consideradas por los diferentes investigadores para sus estudios.

3.1.3. Diseños al esfuerzo a la compresión utilizados en las investigaciones de fibras de acero indagados

Figura 21

Resistencia a la compresión requerida del concreto en los estudios

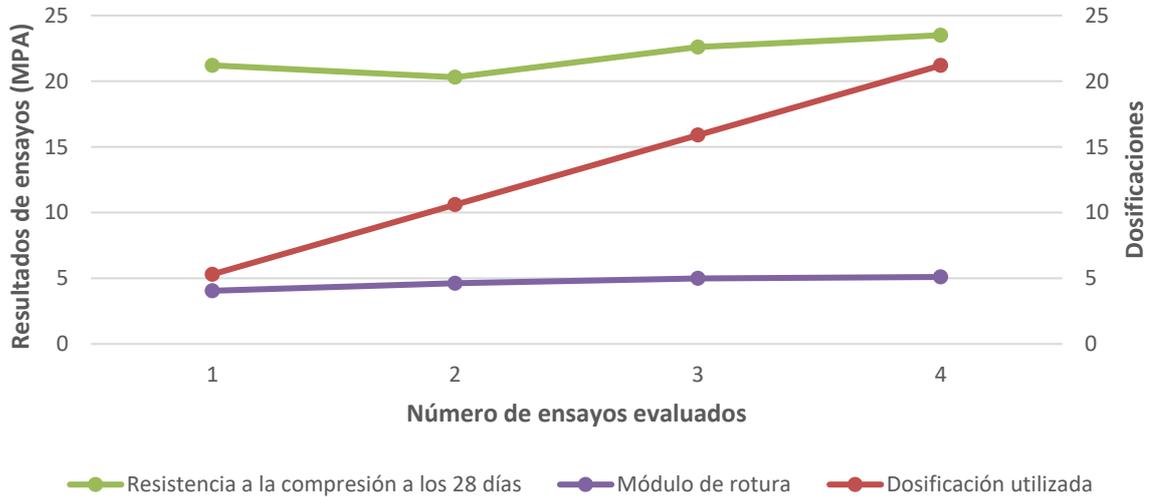


Nota: se aprecia la cantidad de ensayos realizados para diferentes diseños de resistencia a la compresión considerados por los diferentes autores de acuerdo a los estudios encontrados.

3.1.4. Resultados de los ensayos realizados por los autores utilizando fibras de acero

Figura 22

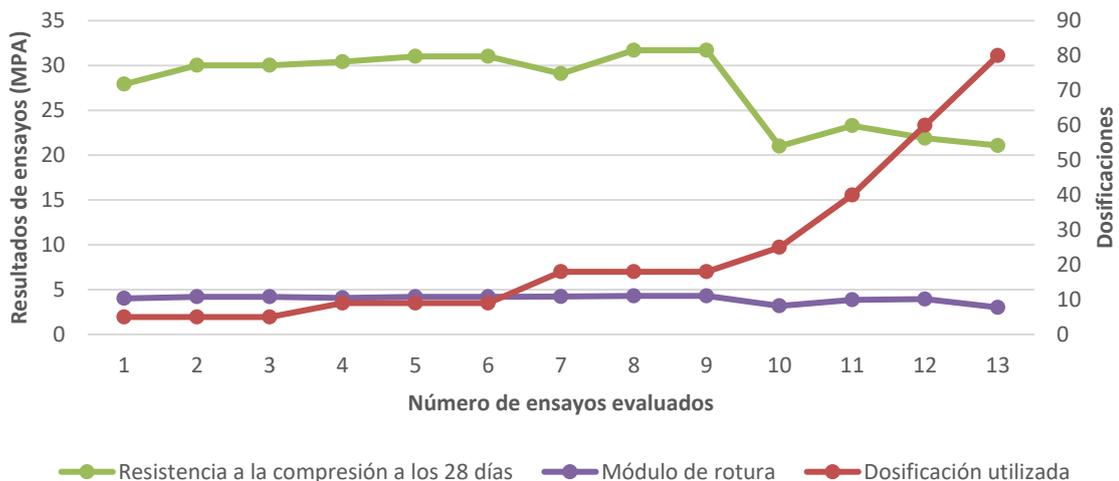
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 20MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m^3 , teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 20MPA

Figura 23

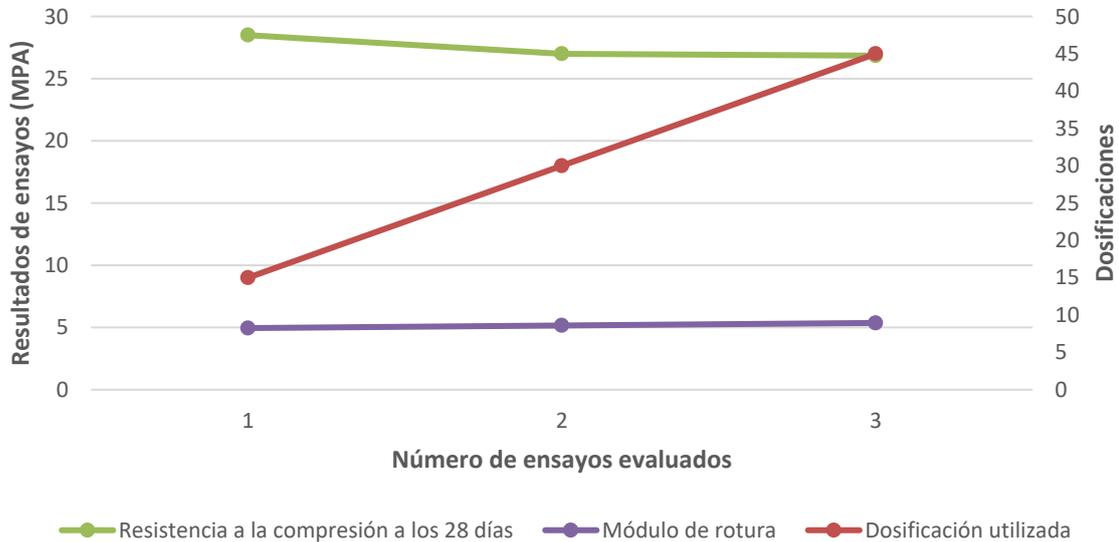
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 21MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m^3 , teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 21MPA.

Figura 24

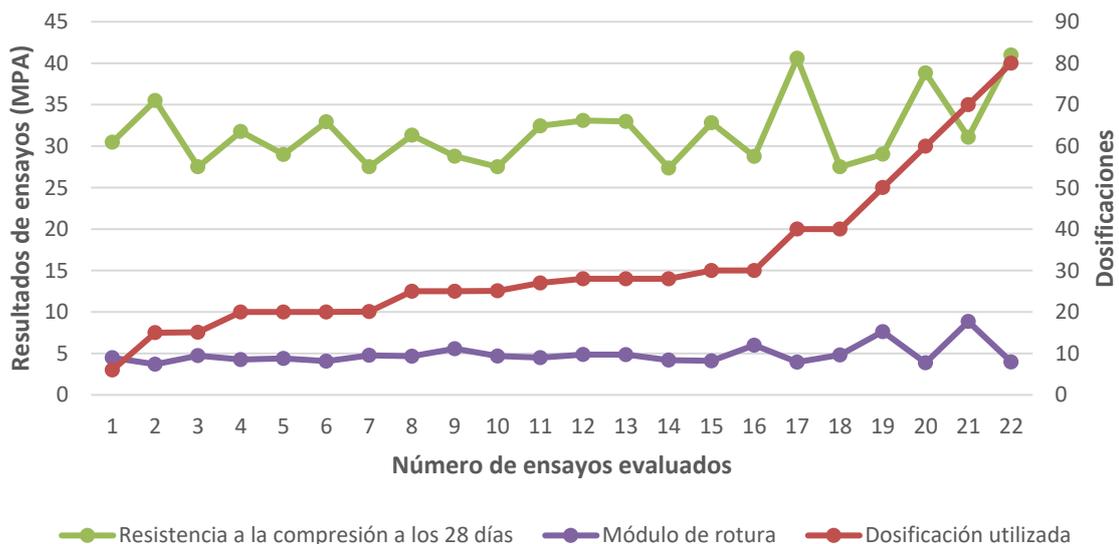
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 25MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 25MPA.

Figura 25

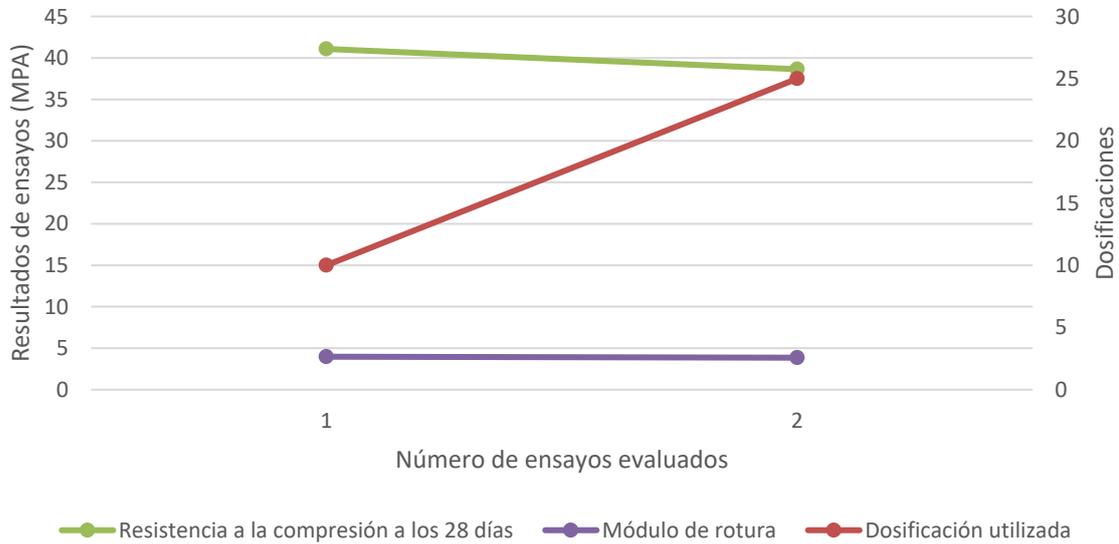
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 28MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 28MPA.

Figura 26

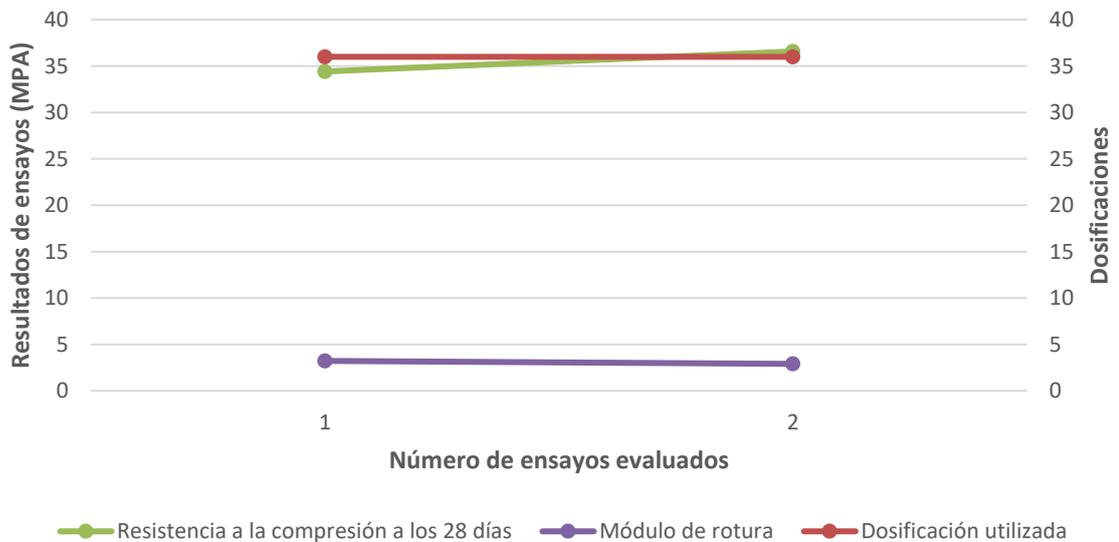
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 30MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 30MPA.

Figura 27

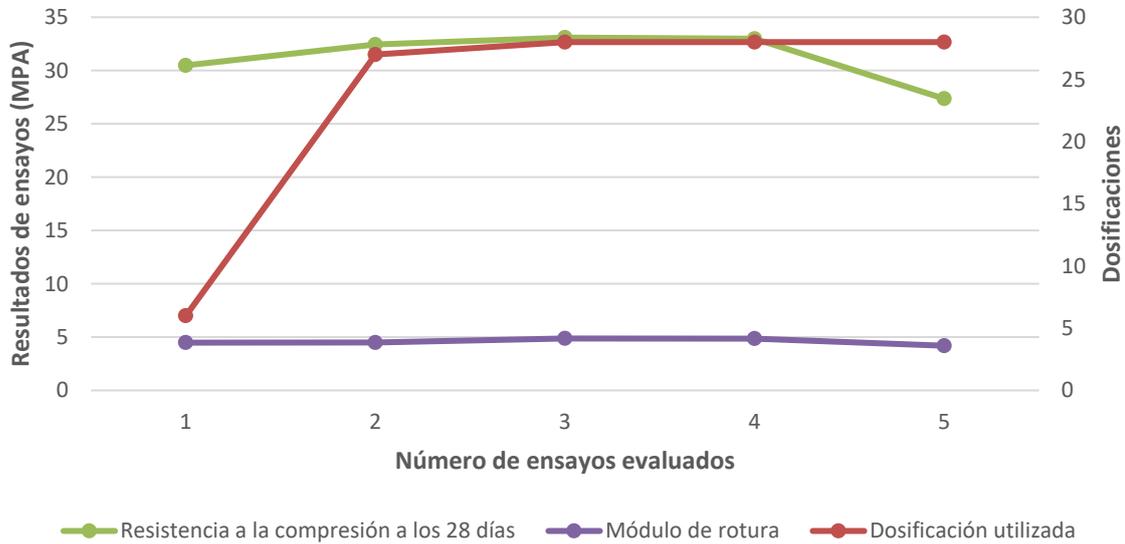
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 31MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 31MPA.

Figura 28

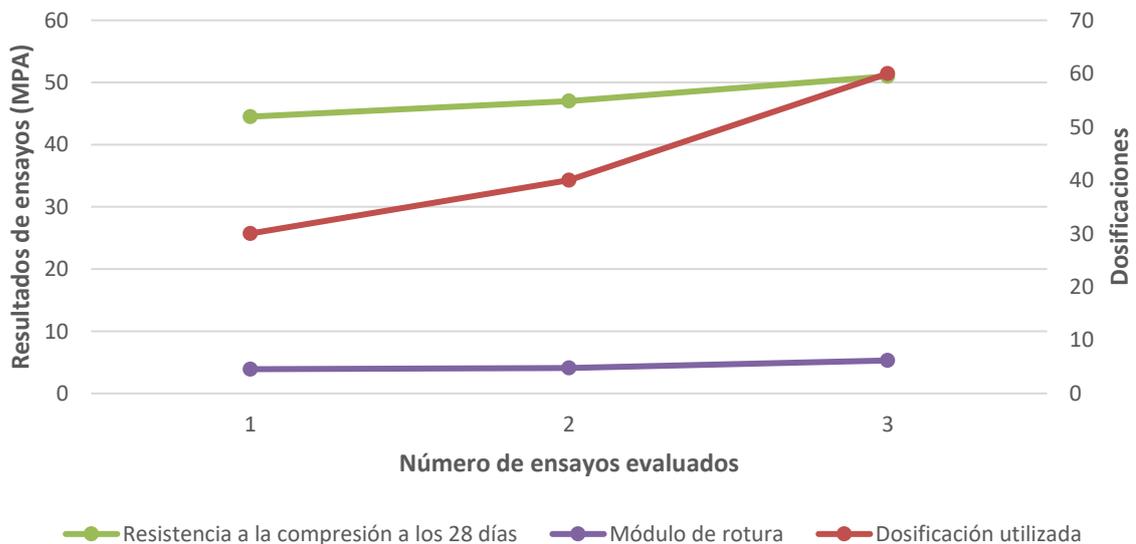
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 40 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 40MPA.

Figura 29

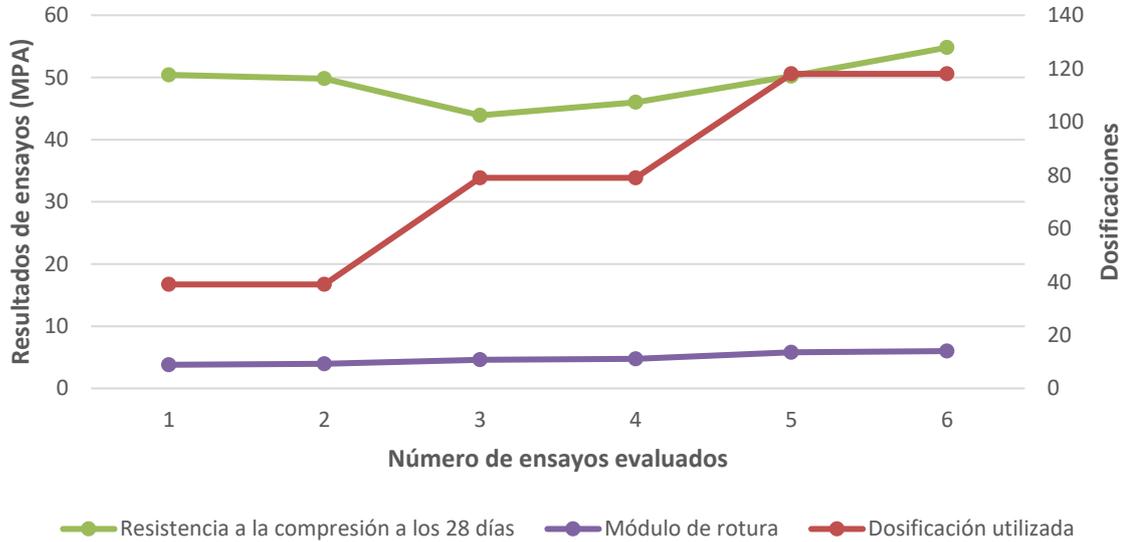
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 45 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 45MPA.

Figura 30

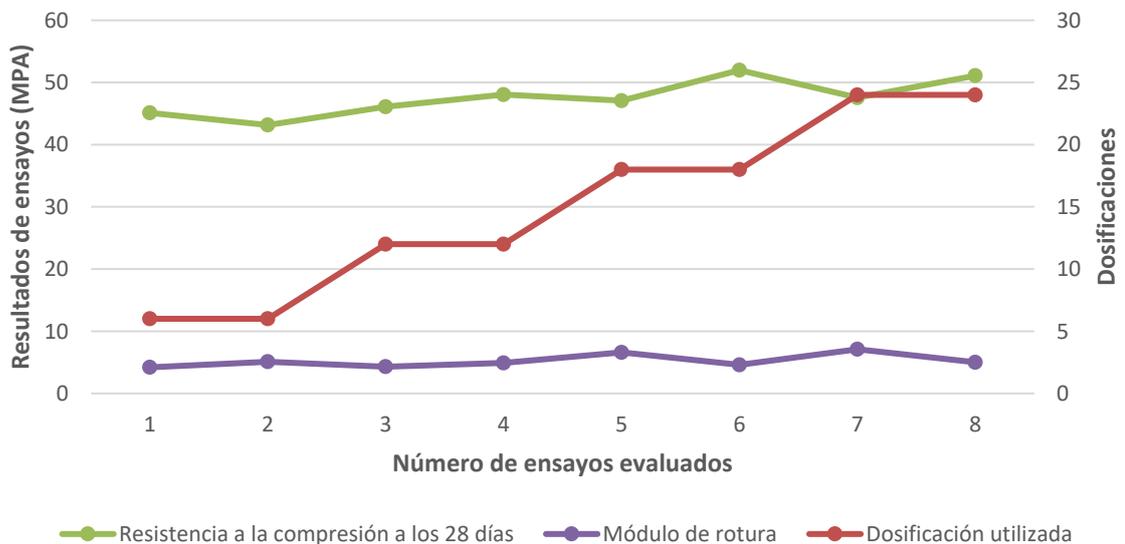
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 46.6 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m^3 , teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 46.6MPA.

Figura 31

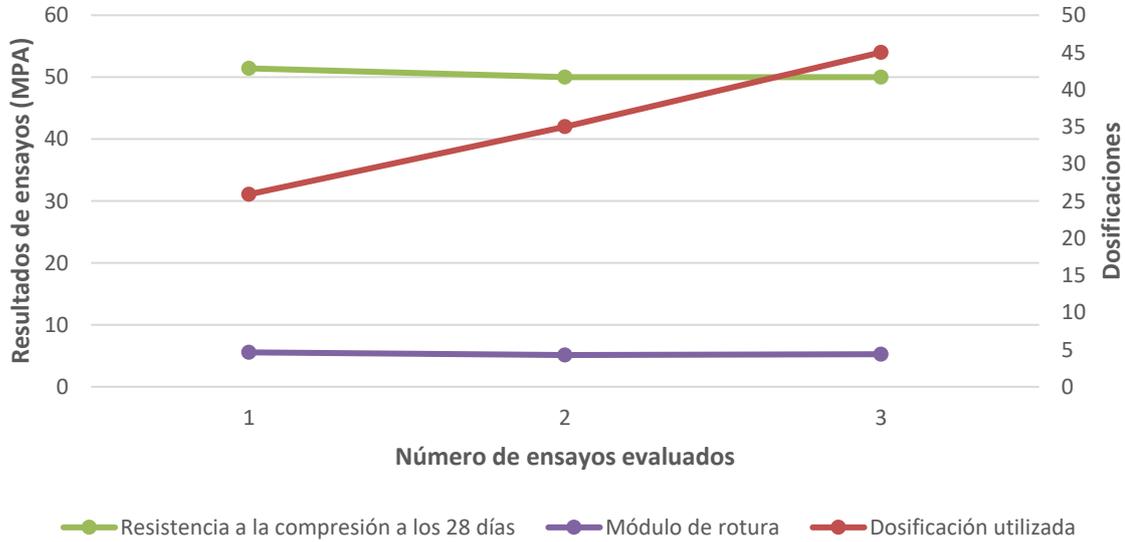
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 48MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m^3 , teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 48MPA.

Figura 32

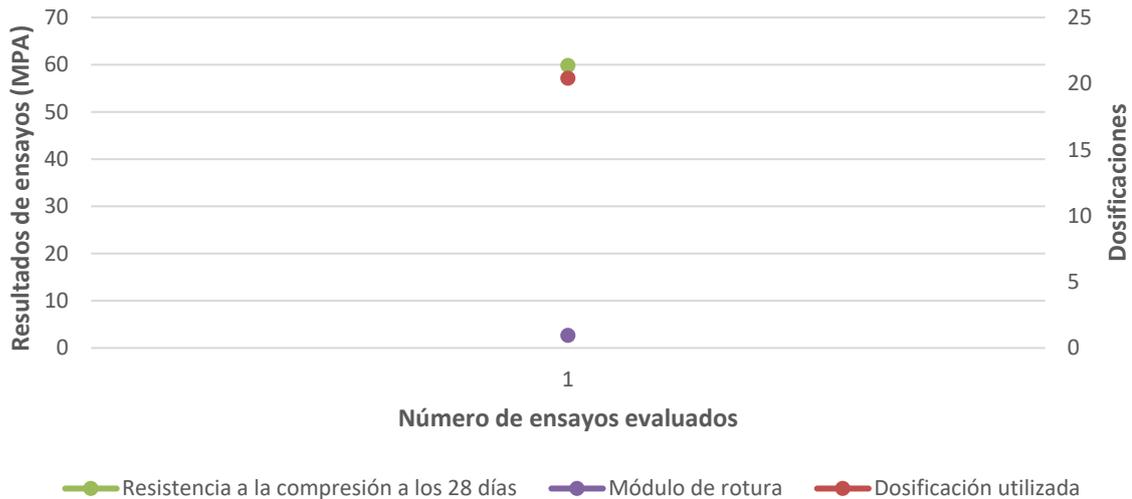
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 50 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m^3 , teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 50MPA.

Figura 33

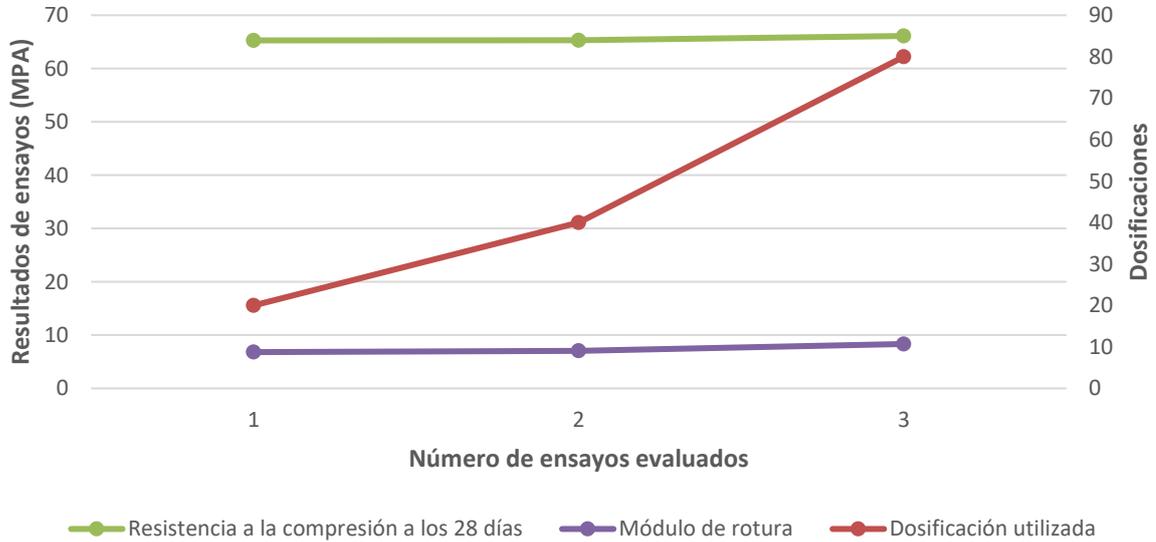
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 60 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m^3 , teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 60MPA.

Figura 34

Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 65 MPA



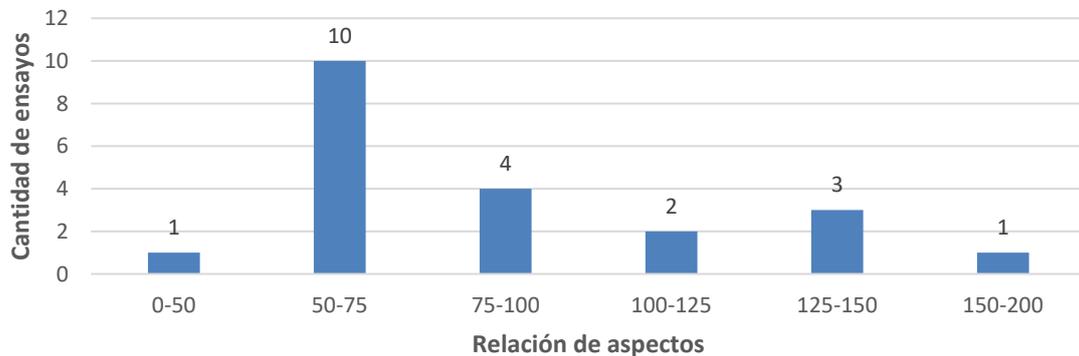
Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 65MPA.

3.2. Evaluación de datos obtenidos de los estudios de fibras sintéticas

3.2.1. Característica de las fibras sintéticas en los estudios evaluados

Figura 35

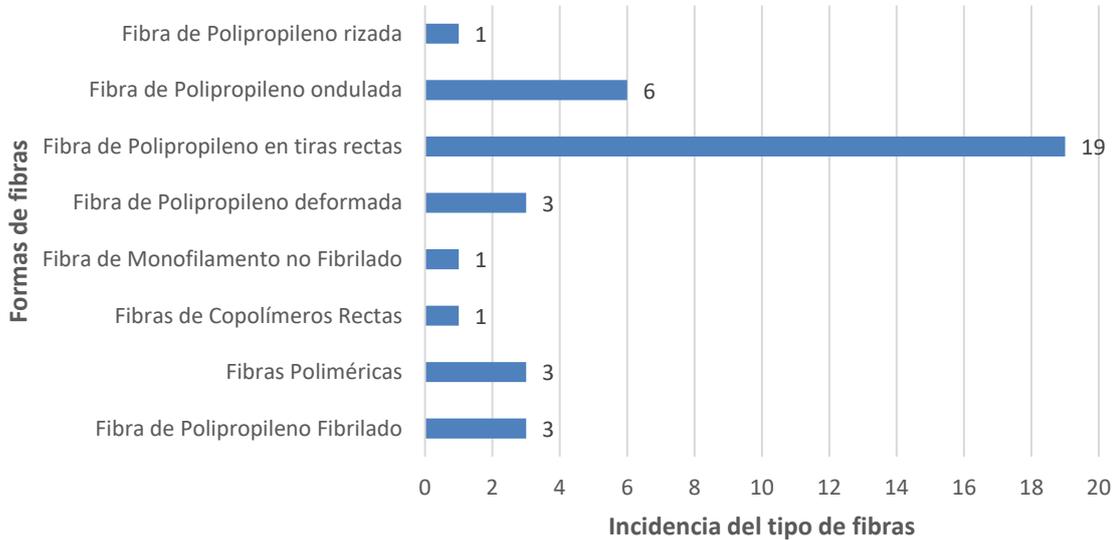
Relación de aspecto de fibras sintéticas



Nota: En la gráfica se agrupa de acuerdo a sus características de las fibras sintéticas que se encuentran dentro de los rangos considerados de los estudios analizados.

Figura 36

Tipos de fibras sintéticas en estudios



Nota: De acuerdo a las diferentes formas de las fibras sintéticas se organiza y plasma la cantidad de ensayos realizados con las fibras dentro de los estudios indagados.

Figura 37

Formas de fibras sintéticas

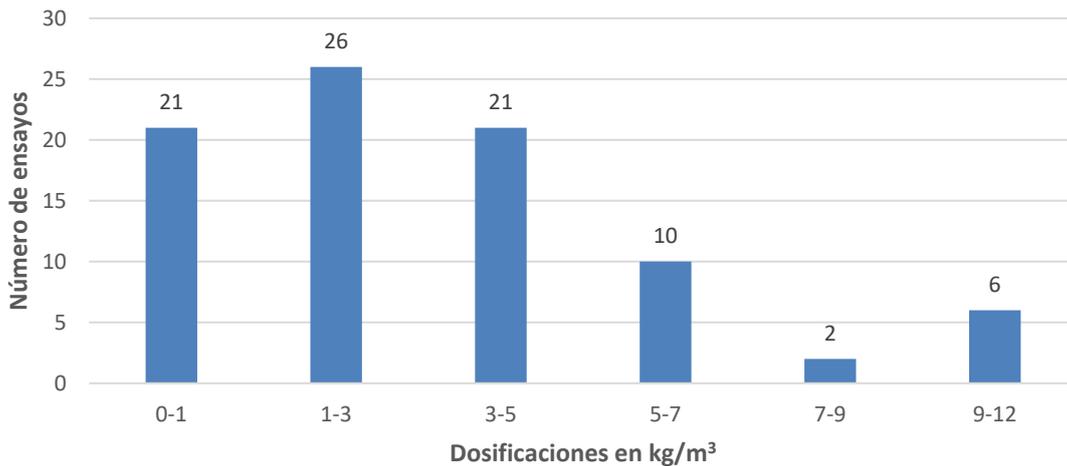


Nota: Se presenta la forma gráfica de acuerdo a los tipos de fibras de polipropileno encontrados en el análisis de los estudios.

3.2.2. Dosificaciones utilizadas y recomendadas en las investigaciones de fibras sintéticas evaluadas

Figura 38

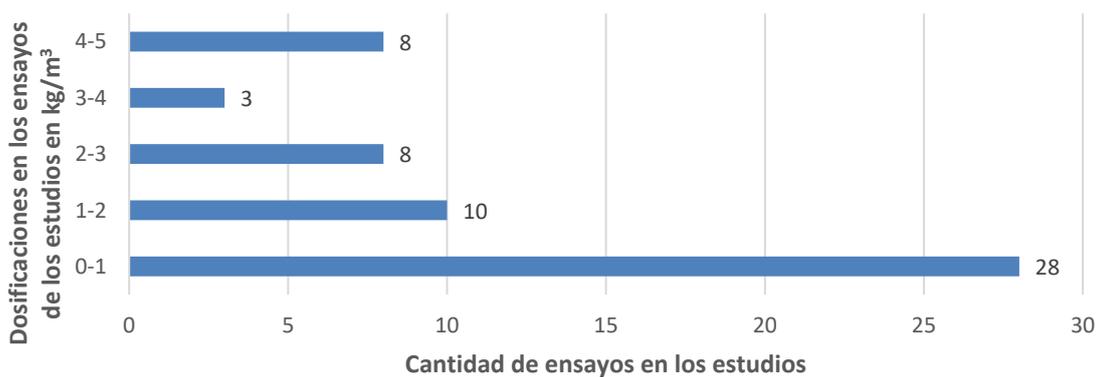
Dosificaciones utilizadas por los estudios



Nota: Analizando la información extraída se organiza las dosificaciones de fibras sintéticas considerados por los investigadores agrupándolos en rangos para observar la mayor incidencia de las fibras utilizadas.

Figura 39

Dosificación recomendada por fabricantes

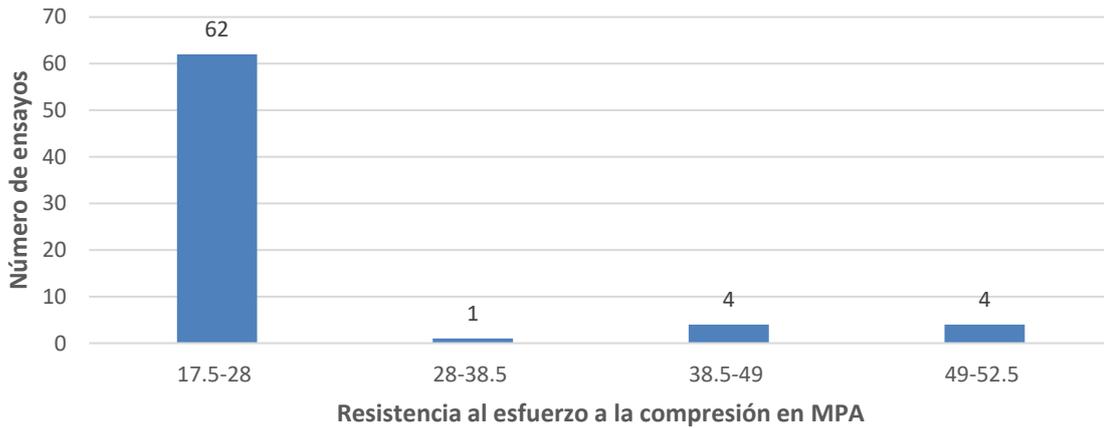


Nota: De acuerdo a las fibras utilizadas en los estudios se considera la ficha técnica del fabricante, agrupándolos en rangos cada 1 kg/m³, observándose en la gráfica el numero entero que es la cantidad de dosificaciones en ese rango y el porcentaje que representa del total de ensayos considerados en las diferentes investigaciones analizadas.

3.2.3. Diseños al esfuerzo a la compresión utilizados en las investigaciones de fibras sintéticas indagados

Figura 40

Resistencia a la compresión requerida del concreto en los estudios

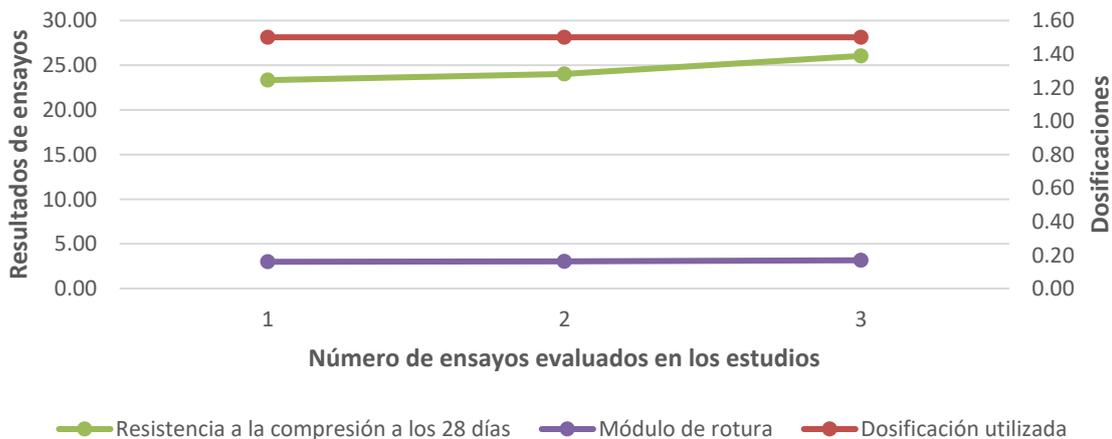


Nota: se aprecia la cantidad de ensayos realizados para diferentes diseños de resistencia a la compresión de acuerdo a los estudios encontrados. Donde se puede apreciar que la mayoría de los estudios analizados utilizan una resistencia a la compresión entre 17.5 mpa y 28 mpa.

3.2.4. Resultados de los ensayos realizados por los autores utilizando fibras sintéticas

Figura 41

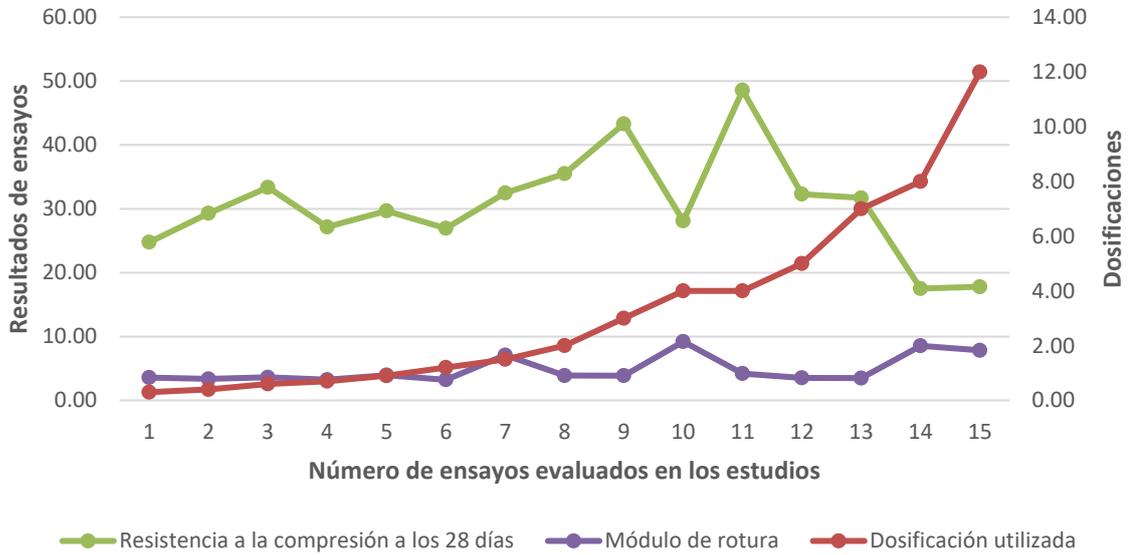
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 20MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m^3 , teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 20MPA.

Figura 42

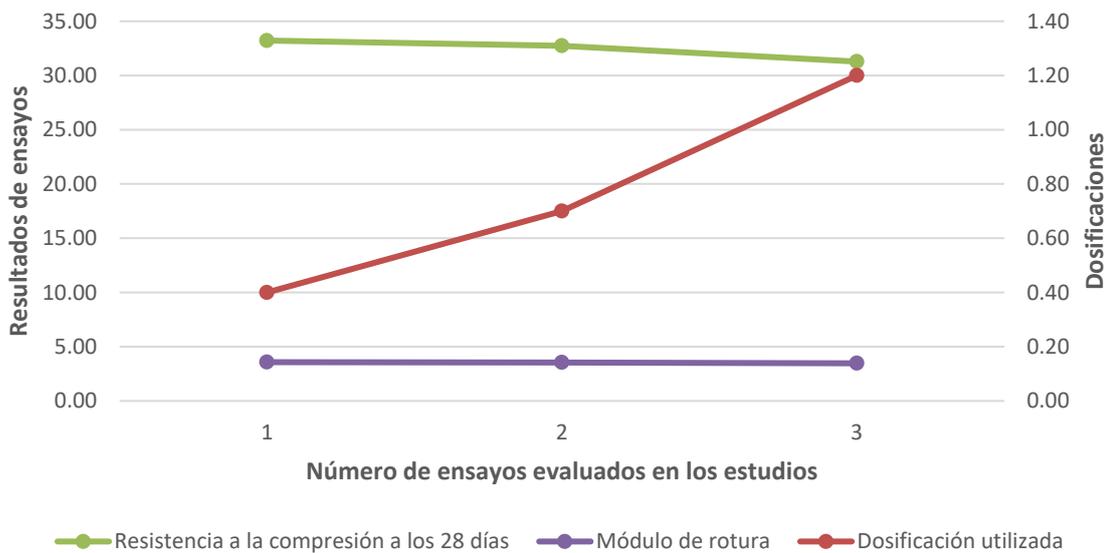
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 21 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 21MPA.

Figura 43

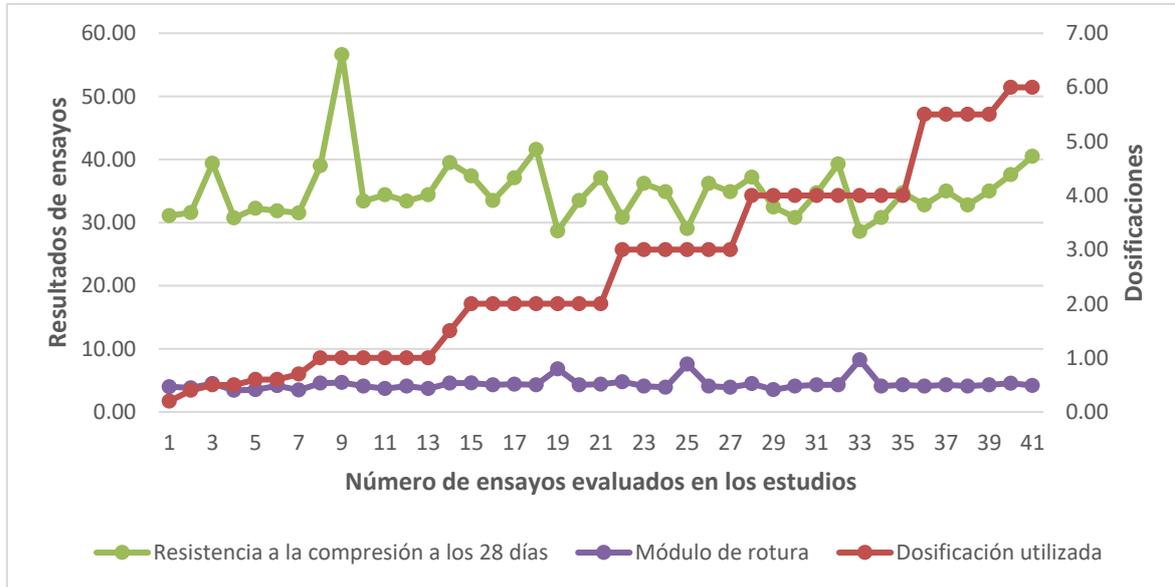
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 24.5MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 24.5MPA.

Figura 44

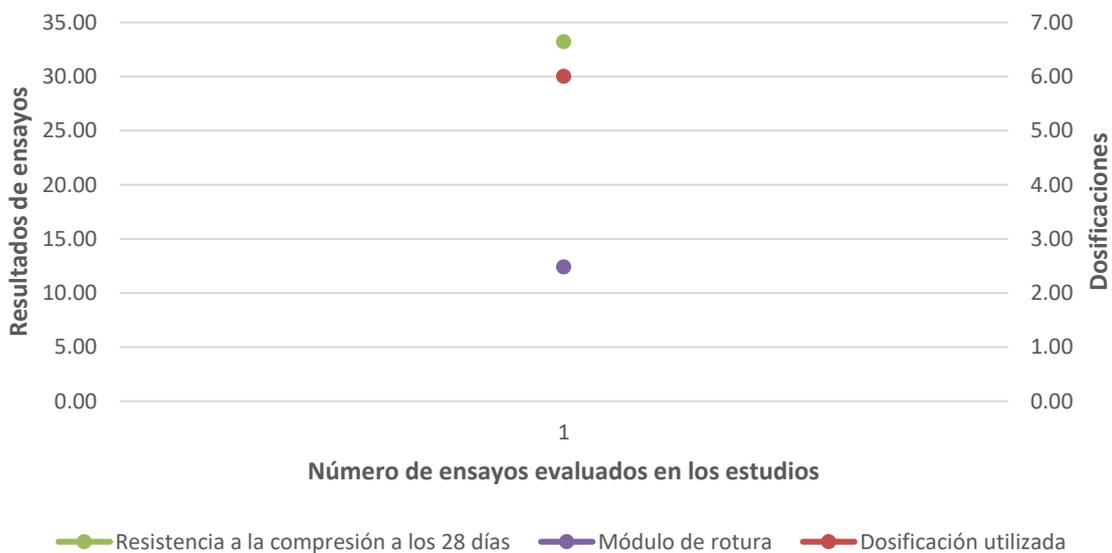
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 28 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 28MPA.

Figura 45

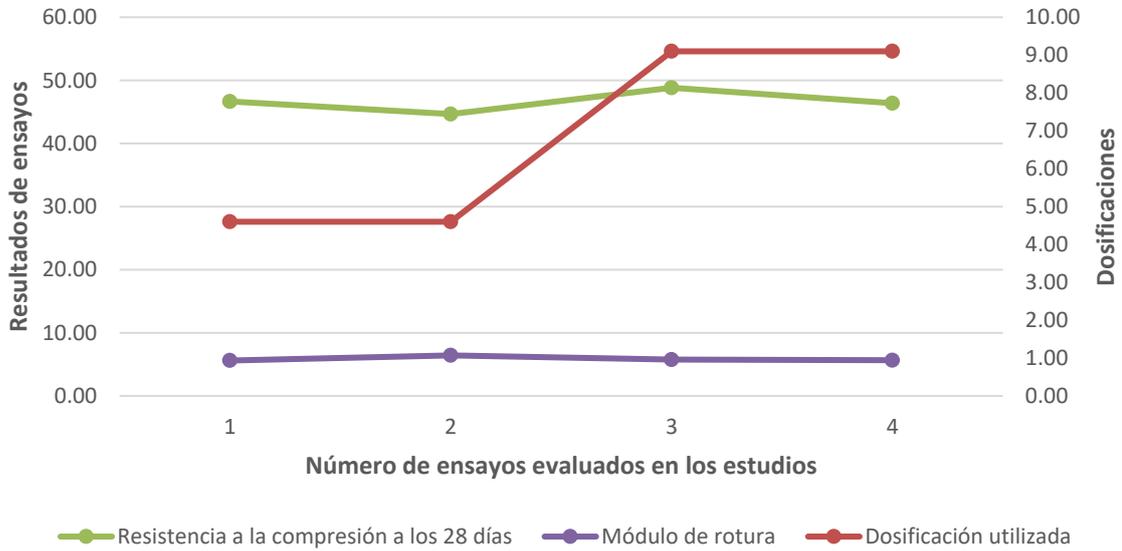
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 30 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 30MPA.

Figura 46

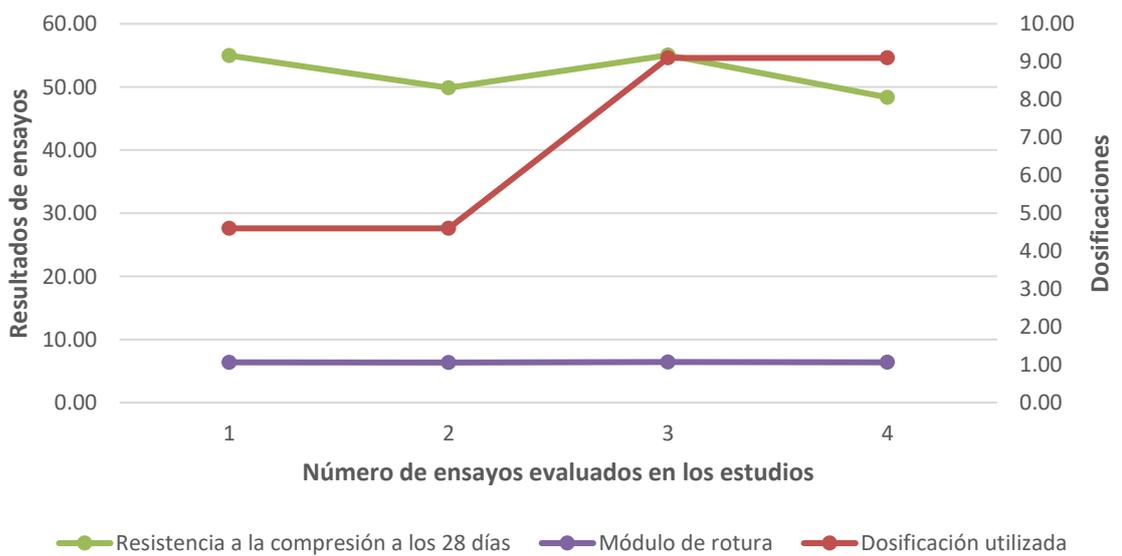
Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 45 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 45MPA.

Figura 47

Resultados de ensayos de los estudios en concreto diseñado para 50 MPA



Nota. El gráfico se observa los resultados obtenidos de los ensayos en MPA (MegaPascales) y las Dosificaciones en kg/m³, teniendo en cuenta la cantidad de ensayos realizados para un concreto diseñado a 50MPA.

3.3. Análisis comparativo de Costos – losa industrial

En la siguiente tabla se presentan datos generales de la losa industriales la cual se realizó con fibras metálicas.

Tabla 15

Costos generales del proyecto de una losa industrial

Área de losa	815 m ²
Espesor de losa	0.17 m
Tipo de fibra utilizada	Fibra de acero
Nombre de fibra	DRAMIX 3D 80/60 BG
Dosificación empleada	15 kg/m ³

3.3.1. Losa industrial reforzada con fibra Metálica

Se evalúa el costo que genera utilizar las fibras de acero, utilizando la cantidad necesaria de acuerdo al volumen de concreto empleado en la construcción de la losa que está apoyada sobre el suelo.

Tabla 16

Costo real de proyecto usando fibras metálicas

Volumen de concreto	138.55 m ³
Total, de DRAMIX 3D 80/60 BG usada	2078.25 kg
Costo de DRAMIX 3D 80/60 BG	2.4 US\$/kg
Costo total de DRAMIX 3D 80/60 BG	4987.8 US\$

Donde:

$$\text{Cantidad de concreto m}^3: 815 \text{ m}^2 \times 0.17 \text{ m} = 138.55 \text{ m}^3$$

$$\text{Total, de DRAMIX 3D 80/60 BG usada: } 138.55 \text{ m}^3 \times \frac{15 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 2078.25 \text{ kg}$$

Costo de DRAMIX 3D 80/60 BG: precio en dólares: \$ 2.4 US/kg

$$\text{Costo total de DRAMIX 3D 80/60 BG: } 2078.25 \text{ kg} \times \frac{\$2.4 \text{ US}}{\text{kg}} = \$ 4987.80 \text{ US}$$

3.3.2. Losa industrial reforzada con fibra sintética

Para realizar la comparación de costos se considera realizar el análisis en las dosificaciones de 1 kg/m³, 2 kg/m³, 3 kg/m³ y 4 kg/m³ de fibras sintéticas.

3.3.2.1. Dosificación 1 kg/m³

En el estudio de Álvarez, L., y Silva, Y, emplean una dosificación de 1 kg/m³ de la fibra sintética Sikafiber AD.

Tabla 17

Costo proyectado utilizando fibra sintética con una dosificación de 1 kg/m³

Volumen de concreto	138.55 m ³
Dosificación de Sikafiber AD	1 kg/m ³
Total, de Sikafiber AD	138.55 kg
Costo de Sikafiber AD	5.5 US\$/kg
Costo total de Sikafiber AD	762.03 US\$

Donde:

$$\text{Volumen de concreto m}^3: 815 \text{ m}^2 \times 0.17 \text{ m} = 138.55 \text{ m}^3$$

$$\text{Total, de SikaFiber Force 60 usada: } 138.55 \text{ m}^3 \times \frac{1 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 138.55 \text{ kg}$$

Costo de SikaFiber Force 60: precio en dólares: \$ 5.5 US/kg

$$\text{Costo total de SikaFiber Force 60: } 138.55 \text{ kg} \times \frac{\$5.5 \text{ US}}{\text{kg}} = \$ 762.03 \text{ US}$$

3.3.2.2. Dosificación 2 kg/m³

En el estudio de Machuca, C., usa una dosificación de 2 kg/m³ de la fibra sintética Sikafiber AD.

Tabla 18

Costo proyectado utilizando fibra sintética con una dosificación de 2 kg/m³

Volumen de concreto	138.55 m ³
Dosificación de Sikafiber AD	2 kg/m ³
Total, de Sikafiber AD	277.10 kg
Costo de Sikafiber AD	5.5 US\$/kg
Costo total de Sikafiber AD	1524.05 US\$

Donde:

$$\text{Volumen de concreto m}^3: 815 \text{ m}^2 \times 0.17 \text{ m} = 138.55 \text{ m}^3$$

$$\text{Total, de SikaFiber Force 60 usada: } 138.55 \text{ m}^3 \times \frac{2 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 277.10 \text{ kg}$$

$$\text{Costo de SikaFiber Force 60: precio en dólares: } \$ 5.5 \text{ US/kg}$$

$$\text{Costo total de SikaFiber Force 60: } 277.10 \text{ kg} \times \frac{\$5.5 \text{ US}}{\text{kg}} = \$ 1524.05 \text{ US}$$

3.3.2.3. Dosificación 3 kg/m³

De acuerdo a la investigación realizada por Chávez, B., y Vásquez, K. consideran utilizar una dosificación de 3 kg/m³ de SikaFiber Force 60.

Tabla 19

Costo proyectado utilizando fibra sintética con una dosificación de 3 kg/m³

Volumen de concreto	138.55 m ³
Dosificación de sikaFiber Force 60	3 kg/m ³
Total, de SikaFiber Force 60	415.65 kg
Costo de SikaFiber Force 60	5.5 US\$/kg
Costo total de SikaFiber Force 60	2286.08 US\$

Donde:

$$\text{Volumen de concreto m}^3: 815 \text{ m}^2 \times 0.17 \text{ m} = 138.55 \text{ m}^3$$

$$\text{Total, de SikaFiber Force 60 usada: } 138.55 \text{ m}^3 \times \frac{3 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 415.65 \text{ kg}$$

$$\text{Costo de SikaFiber Force 60: precio en dólares: } \$ 5.5 \text{ US/kg}$$

$$\text{Costo total de SikaFiber Force 60: } 415.65 \text{ kg} \times \frac{\$5.5 \text{ US}}{\text{kg}} = \$ 2286.08 \text{ US}$$

3.3.2.4. Dosificación 4 kg/m³

De acuerdo a la investigación realizada por Valera, E., realiza sus análisis utilizando una dosificación de 4 kg/m³ de SikaFiber Force 60.

Tabla 20

Costo proyectado utilizando fibra sintética con una dosificación de 4 kg/m³

Volumen de concreto	138.55 m ³
Dosificación de sikaFiber Force pp48	4 kg/m ³
Total, de sikaFiber Force pp48	554.20 kg
Costo de sikaFiber Force pp48	5.50 US\$/kg
Costo total de sikaFiber Force pp48	3048.10 US\$

Donde:

$$\text{Volumen de concreto } m^3: 815 \text{ m}^2 \times 0.17 \text{ m} = 138.55 \text{ m}^3$$

$$\text{Total, de SikaFiber Force 60 usada: } 138.55 \text{ m}^3 \times \frac{4 \text{ kg}}{\text{m}^3} = 554.20 \text{ kg}$$

$$\text{Costo de SikaFiber Force 60: precio en dólares: } \$ 5.5 \text{ US/kg}$$

$$\text{Costo total de SikaFiber Force 60: } 554.20 \text{ kg} \times \frac{\$5.5 \text{ US}}{\text{kg}} = \$ 3048.10 \text{ US}$$

3.3.3. Resumen de costos

En la siguiente **Tabla 21** nos muestra el resumen de costos entre la fibra de acero (15 kg/m³) y la fibra sintética (1 kg/m³, 2 kg/m³, 3 kg/m³ y 4kg/m³), en la cual se muestran los ahorros de \$ 4,225.77, \$ 3,463.75, \$ 2,701.72 y \$ 1,939.70 para las dosificaciones 1 kg/m³, 2 kg/m³, 3 kg/m³ y 4 kg/m³ de fibras de sintéticas respectivamente, obteniendo un porcentaje de ahorro de las fibras sintéticas en relación a las fibras metálicas, encontrando que mientras usar la dosificaciones en menor cantidad es más favorable a nivel de costos en la ejecución de este tipo de estructuras.

Tabla 21

Resumen de costos analizados

Resumen de Costos	Fibra de Acero		Fibras Sintéticas		
	15 kg/m ³ (A)	1 kg/m ³ (B)	2 kg/m ³ (C)	3 kg/m ³ (D)	4 kg/m ³ (E)
Costo de refuerzo (CR)	\$ 4,987.80	\$ 762.03	\$ 1,524.05	\$ 2,286.08	\$ 3,048.10
Porcentaje de ahorro (%A)	0.00%	84.72%	69.44%	54.17%	38.89%
Ahorro en dólares	\$ 0.00	\$ 4,225.77	\$ 3,463.75	\$ 2,701.72	\$ 1,939.70

Donde:

$$\text{El ahorro \% se obtiene: } \% \text{ Ahorro} = 1 - \left(\frac{B \text{ o } C \text{ o } D \text{ o } E}{A} \right)$$

$$\text{El ahorro en dólares: } \text{Ahorro } \$ = CR \times \%A$$

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

El análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, permite determinar que ambas fibras generan beneficios en la elaboración estas estructuras, brindando un buen comportamiento de sus propiedades mecánicas cuando están sometidos a los diferentes tipos de cargas que actúan sobre este tipo de estructuras, teniendo en cuenta los tipos, morfología y dosificación de fibras sintéticas o metálicas utilizadas en el diseño del concreto, por otro lado, el factor económico es un punto importante a la hora de ejecutar la evaluación de costos beneficios, es por ello que se valida la hipótesis planteada de la presente investigación.

En la **Figura 16** se clasifica por intervalos de 20 en 20, donde podemos apreciar que el 18.91% de los estudios analizados se encuentran dentro del rango de 20 a 40, el 32.43% de los estudios analizados se encuentran dentro del rango de 40 a 60, el 45.95% de los estudios analizados se encuentran dentro del rango de 60 a 80 y, por último, obtenemos que el 2.71% de los estudios analizados se encuentran dentro del rango de 80 a 100.

En el manual Técnico “Fibras como elemento estructural para el refuerzo de hormigón” consideran diferentes tipos y formas de fibras metálicas que existen en el mercado, los cuales son utilizadas para incluir en la matriz cementicia de los diferentes elementos estructurales. Como se puede evidenciar en la **Figura 17** y **Figura 18** donde se aprecia que 4 estudios analizados utilizan dentro de su diseño de mezcla Fibras metálicas onduladas. Así mismo, otros 4 estudios analizados emplean en su matriz cementicia fibras metálicas dentadas. Por otro lado, observamos que la gran mayoría de estudios analizados hacen uso de fibras metálicas con ganchos en sus extremos, con un total de 27 estudios. Finalmente, se obtiene que solo 3 estudios emplearon las fibras metálicas rectas. Debido a

ello, se llega a observar que en los estudios experimentales que se realizan estos utilizan generalmente fibras de acero con ganchos en los extremos, por lo que son más recomendados por las empresas que producen este tipo de materiales, cabe resaltar que en el Perú las marcas más conocidas que brindan estos materiales son Prodac (fibras de acero Dramix) y Sika (Sikafiber).

En la **Figura 19** se puede apreciar que se clasifica en rangos cada 15 kg/m^3 con el fin de encontrar la mayor incidencia de las dosificaciones en los diseños de concreto utilizados por los autores de las investigaciones evaluadas. Donde se puede obtener que el 20.24% de los estudios analizados se encuentran dentro del rango de 0 kg/m^3 a 15 Kg/m^3 , el 44.05% se encuentra dentro del rango de 15 kg/m^3 a 30 Kg/m^3 , el 20.24% se encuentra dentro del rango de 30 kg/m^3 a 45 Kg/m^3 , 5.95% de los estudios analizados están dentro del rango de 45 Kg/m^3 a 60 Kg/m^3 , el 1.19% está dentro del rango de 60 Kg/m^3 a 75 Kg/m^3 , el 5.95% de las investigaciones estudiadas se encuentran dentro del rango de 75 Kg/m^3 a 90 Kg/m^3 . Finalmente, se obtiene que el 2.38% de las investigaciones analizadas se encuentran dentro del rango de 90 Kg/m^3 a 120 Kg/m^3 .

En la

Figura 20 se puede apreciar la gráfica de la dosificación que son utilizadas y/o requeridas según las fichas técnicas que presentan las fibras metálicas empleadas en los diferentes estudios. Donde se obtiene que, en el rango de 0 Kg/m^3 a 10 Kg/m^3 se tiene 16 estudios que están dentro de ese intervalo. Así mismo, se obtiene que la gran mayoría de los autores en sus fichas técnicas de sus fibras metálicas que emplearon están en un rango de fibras a utilizar de 10 Kg/m^3 a 20 Kg/m^3 , además tenemos que 7 estudios están dentro del

intervalo de 20 Kg/m³ a 30 Kg/m³. Finalmente, apreciamos que solo 1 estudio analizado se encuentra en el intervalo de dosificación recomendada por la ficha técnica de 30 Kg/m³ a 40 Kg/m³.

En la **Figura 21** analizando la información recolectada por los aportes sobre la Resistencia A La Compresión Requerida Del Concreto En Los Estudios, se aprecia que se clasifica en intervalos cada 10.5 MPA para así poder tener un mejor agrupamiento de la información analizada. Cabe recalcar que se empezó el intervalo con un diseño de concreto de 17.5 MPA, ya que la norma nos señala que se considera un concreto estructural a partir de 17.5 Mpa o 175 Kg/cm². En los resultados se obtiene que el 58.33% de los estudios están dentro del intervalo de 17.5 Mpa a 28 Mpa, el 4.76% de las investigaciones están dentro del rango de 28 Mpa a 38.5 Mpa, el 28.57% está dentro del intervalo de 38.5 Mpa a 49 Mpa, por otro lado, se aprecia que el 3.57% de los ensayos se encuentran dentro del rango de 49 Mpa a 59.5 Mpa. Finalmente, se obtiene que el 4.76% de las investigaciones analizadas se encuentran dentro del rango establecido de 59.5 Mpa a 70 Mpa.

En la **Figura 22, Figura 23, Figura 24, Figura 25, Figura 26, Figura 27, Figura 28, Figura 29, Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33 y Figura 34** analizando las diferentes investigaciones recopiladas para la presente investigación, se aprecia en la gráfica los datos de los diferentes diseños a la compresión del concreto, las dosificaciones y el Módulo de Rotura del concreto. En las gráficas se refleja que la dosificación utilizada por el autor es mayor o igual a 60 Kg/m³, la resistencia a compresión después de los 28 días se comporta de la misma forma que el módulo de rotura reduciéndose de manera graduada. Asimismo, se observa que el módulo de rotura de los ensayos oscila entre 3.5 y 6 MPA, para dosificaciones entre 15 kg/m³ y 30 kg/m³ generando un comportamiento graduado debido que no se presenta la dispersión de los puntos analizados en las gráficas. Sin embargo, Sika

en su manual técnico “Concreto reforzado con fibras” consideran que las dosificaciones óptimas para elaborar concreto fibroreforzado deben ser menores de 50 Kg/m³.

En el **Figura 35** se organiza la relación de aspectos de las fibras sintéticas utilizadas en los ensayos realizados por los diferentes estudios evaluados obteniendo que, 10 equivalente al 47.62% de 21 datos evaluados de las investigaciones consultadas se utiliza fibras de polipropileno las cuales están en un rango entre 50 y 75, de igual manera 4 de estos se encuentran entre 75 y 100, por otro lado 3 están el rango entre 125 y 150, asimismo, 2 se ubican entre 100 y 125, 1 de ellos se encuentran en rango de 0 a 50 y por ultimo 1 esta entre 150 a 200, es por ello, que de acuerdo al manual técnico de Sika 2011 de nombre “Concreto reforzado con fibras” considera a las fibras que tienen una relación de aspectos mayor a 20 se las considera Macrofibras.

Maccaferri en su manual “Fibras como elemento estructural para el refuerzo de hormigón” agrupa a las fibras sintéticas lo cual en la presente investigación en la estudios realiza el análisis de las fibras utilizadas en los estudios indagados obteniendo una mayor incidencia dentro de las de los ensayos realizados obteniendo que 19 de 37 ensayos realizados utilizan fibras de polipropileno en tiras rectas, 6 Fibra de Polipropileno ondulada, 3 Fibra de Polipropileno Fibrilado, 3 Fibras Poliméricas, 3 Fibra de Polipropileno deformada, 1 Fibras de Copolímeros Rectas, 1 Fibra de Monofilamento no Fibrilado y 1 Fibra de Polipropileno rizada, asimismo, en la **Figura 37** Se presentan las formas de las fibras utilizadas en los diferentes estudios, además, dicho manual tiene en cuenta que al usar las fibras sintéticas genera un buen rendimiento posterior a la fisuración de elementos de hormigón los cuales están constantemente expuestos a flexión y tensión.

En la **Figura 38** Se organiza la cantidad de fibra utilizada en los ensayos realizados en los diferentes estudios indagados, llegando a obtener que 26 de 86 ensayos realizados

utiliza una dosificación entre 1 a 3 kg/m³, luego 21 del total utilizan una dosificación menor a 1 kg/m³, de igual manera 21 ensayos consideran dosificaciones entre 3 a 5 kg/m³, asimismo, 10 ensayos utilizan entre 5 a 7 kg/m³, también, 6 de estos utilizan de 9 a 12 kg/m³ y finalmente 2 usan entre 7 a 9 kg/m³. Sin embargo, de acuerdo al manual de Sika “Concreto reforzado con fibras”, considera que para estructuras como losas industriales la dosis a usar puede variar entre 0.2% y 0.8% del volumen del hormigón, debido que esto ayuda a que las macrofibras tengan un mejor comportamiento durante el funcionamiento de la estructura.

El manual de Sika “Concreto reforzado con fibras” nos recomienda que la dosificación a utilizar debe de estar entre 2 y 9 kg/m³ para las macrofibras y de 0.3 a 1.2 kg/m³ en las microfibras, es por ello que en la **Figura 39** De acuerdo a la fibra y su ficha técnica se llega obtener como dosificaciones mínimas que en 28 ensayos deben utilizar cantidades menor a 1 kg/m³, en 10 de estos usar entre 1 a 2 kg/m³, 8 de los ensayos utilizar entre 2 y 3 kg/m³, de igual manera 8 ensayos usar entre 4 y 5kg/m³ y finalmente 3 de ellos usan dosificaciones entre 3 y 4 kg/m³.

En la **Figura 40** se observa que, en los estudios evaluados se consideran 62 ensayos los cuales utilizan concreto estructural entre 17.5 a 28 MPA (1 MPA = a 10 kg/m²), además, 1 ensayo se encuentra entre 28 a 38.5 MPA, asimismo, 4 de estos utilizan un diseño para un concreto entre 38.5 a 49 MPA y finalmente 4 de ellos consideran usar entre 49 y 52.5 MPA.

Al analizar los ensayos realizados por los diferentes autores se observa que los resultados obtenidos los agrupamos de acuerdo a los diferentes diseños a la compresión (**Figura 41, Figura 42, Figura 43, Figura 44, Figura 45, Figura 46 y Figura 47**) y las dosificaciones utilizadas, encontrando que a medida que aumenta la cantidad de fibra en el concreto la resistencia a la compresión a los 28 días tiende a tener un comportamiento similar al módulo de rotura, asimismo dentro de estas graficas se puede apreciar que en algunos

casos a pesar de que la dosificación aumenta tanto el módulo de rotura como la resistencia a la compresión va disminuyendo, esto se debe a la morfología de las fibras utilizadas en cada estudio indagados. Además, consideran distintos criterios y normas para realizar los diseños de mezcla, ya que cada ensayo realizado se utiliza diferentes áridos y tipos de cemento. Por otro lado, el mejor comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto fibroreforzado se obtiene cuanto se usan dosis menores a 5 kg/m^3 . Sin embargo, en las gráficas se muestra que el módulo de rotura de los estudios analizados tiene un desempeño semejante cuando se usan dosis entre 1 a 3 kg/m^3 obteniendo una resistencia a la flexión que oscila entre 3.3 y 8 MPA debido que no presenta una dispersión de puntos muy pronunciada. Asimismo, En el libro “Tecnología del Concreto y del Mortero” el autor considera que existen factores que influyen de manera directa en la resistencia del concreto como la calidad y tipo de material que lo constituya, por ciertas propiedades de sus componentes, además, el autor sostiene que a medida que aumenta la resistencia a compresión, también lo hace la resistencia a flexión, pero en menor medida, debido a ello los ensayos tienen una influencia importante las condiciones atmosféricas, la temperatura interna del hormigón, su edad y la clase de curado. Por otro lado, sostiene, que la resistencia de una fibra depende del grado en que se puede transferir la tensión desde la matriz, que a su vez se rige por las propiedades intrínsecas de la fibra.

En la **Tabla 21** se muestra el resumen de costos entre la fibra de acero (15 kg/m^3) y la fibra sintética (1 kg/m^3 , 2 kg/m^3 , 3 kg/m^3 y 4 kg/m^3), en la cual se obtiene los ahorros de \$ 645.61, \$ 1,058.37, \$ 1,238.29 y \$ 1,185.37 para las dosificaciones 1 kg/m^3 , 2 kg/m^3 , 3 kg/m^3 y 4 kg/m^3 de fibras de sintéticas respectivamente, obteniendo un porcentaje de ahorro de las fibras sintéticas en relación a las fibras metálicas, encontrando que usar la dosificación

de 3 kg/m^3 es más favorable a nivel de costos en la ejecución de este tipo de estructuras, obteniendo esfuerzos a la flexión similares a las fibras metálicas.

En la investigación “Influencia de la geometría de la fibra en la fractura del hormigón reforzado con fibra de acero”, determinó las fibras metálicas con ganchos en los extremos con un dobléz (3D) a 45 kg / m^3 y las fibras con dos torceduras (5D) a 35 kg / m^3 dan parámetros característicos similares respecto a la resistencia a flexión y resistencia a la rotura. Sin embargo, en términos de desempeño promedio, las fibras 5D son marginalmente mejores, aunque se usan en dosis más bajas. Por otro lado, de acuerdo a nuestra investigación las fibras con ganchos en los extremos son las más utilizadas en los ensayos que realizan en los diferentes estudios indagados, esto se debe a que en el mercado son las que están a disposición del consumidor y brindan una mejor adherencia a la matriz cementicia a pesar de que disminuye la trabajabilidad del concreto.

La presente investigación muestra que el comportamiento mecánico del concreto después de 28 días, la resistencia a la compresión y el módulo de rotura o resistencia a la flexión de un concreto fibroreforzado con fibras de acero la dosis utilizada debe de ser menor a 60 kg/m^3 para que el desempeño del concreto sea la más óptimo. Por otro lado, añadiendo fibras sintéticas el comportamiento del concreto a los 28 días aumenta de acuerdo a la dosificación utilizada, asimismo, se puede apreciar que la mayoría de estudios indagados que usan fibras de acero o sintéticas el diseño inicial a la compresión se encuentra entre el intervalo de 17.5 MPA a 28 MPA. De igual manera en el estudio llamado “Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero”, consideran que el concreto reforzado con fibra de polipropileno y el concreto reforzado con ambas fibras en la matriz cementicia incrementan el comportamiento mecánico del concreto tales como en la resistencia a compresión, flexión y tracción indirecta

esto se produce ya que disminuye la porosidad. Por otro lado, el concreto reforzado con fibra de acero tiende a disminuir la resistencia a compresión debido que al mezclarse con la matriz cementicia se disminuye la trabajabilidad, sin embargo, aumentan algunas características como la resistencia a flexión y tracción generando ductilidad al concreto.

En el estudio “Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima”, después de analizar sus resultados concluye que el módulo de rotura incrementa con una dosis de 80 kg/m^3 de fibra de acero, por esta razón, termina considerando que a mayor % de fibra tiende a mejorar el comportamiento a flexión del concreto, por este motivo, aplicarlas en elementos estructurales como las losas industriales trae beneficios debido a que constantemente se encuentran sometidos a grandes esfuerzos de flexión. Asimismo, se puede lograr reducciones de espesor del diseño de la losa, conllevando a reducir el tiempo de su ejecución y añadiendo fibras de acero se puede llegar a reducir hasta 15 cm en comparación de una losa tradicional, por consiguiente a nivel de costos se puede llegar a ahorrar un 44% en comparación con el uso de estas fibras. Por otro lado, en la presente investigación de acuerdo al análisis realizado, se consigue plasmar que el intervalo de dosis de fibras metálicas más utilizadas por los autores se encuentra entre 15 kg/m^3 a 30 kg/m^3 logrando obtener un buen comportamiento en la resistencia a la compresión a los 28 días y un buen desempeño de resistencia a la flexión, asimismo se obtiene las dosis recomendadas por las fichas técnicas de los diferentes productos sugieren utilizar entre 10 kg/m^3 a 20 kg/m^3 para obtener el mejor comportamiento de las características del concreto.

En la investigación “Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero”, finaliza mencionando, que las losas reforzadas con malla electrosoldada tienden a colapsar más rápido que las losas ensayadas utilizando fibras

de acero, es por ello que añadiendo fibras de acero dentro de elaboración de losas genera un comportamiento más dúctil a diferencia de las losas con malla electrosoldada, esto a nivel estructural tiene beneficios cuando son sometidos a diferentes esfuerzos. Analógicamente, en el presente estudio se obtiene que las fibras metálicas con ganchos en los extremos son más utilizadas por los diferentes autores y por su forma la más vendida en el medio nos brinda un buen desempeño en las losas industriales, disminuyendo la propagación de las grietas y brinda un buen comportamiento de la losa cuando es sometida a los diferentes esfuerzos que actúan sobre ella durante su vida útil.

El estudio “Análisis comparativo teórico y económico, entre fibras sintéticas y de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyadas sobre suelos”, considera que, cuando se utilizan fibras de acero con ganchos en los extremos con una dosificación de 20 kg/m^3 tienden a tener un comportamiento muy parecido al utilizar macro fibras en una dosis de 6 kg/m^3 , asimismo, de acuerdo a los tipos de fibra a utilizar el enfoque plástico, generan una mayor cantidad de ahorro a diferencia del enfoque elástico. De igual manera en el presente estudio tanto el concreto reforzado con fibras sintéticas y metálicas brindan un buen comportamiento a losas apoyadas sobre el suelo, observándose que en la mayoría de estudios referentes a fibras sintéticas se utilizan las macrofibras, es por ello que el manual de Sika “ Concreto reforzado con fibras” recomienda utilizar para este tipo de fibras una dosificación entre 2 kg /m^3 a 9 kg/m^3 , por otro lado, en investigaciones relacionadas a las fibras de acero utilizan dosificaciones entre 15 kg/m^3 a 30 kg/m^3 utilizando la mayoría de autores las fibras con ganchos en los extremos.

En la investigación “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado” el estudio concluye que, la trabajabilidad del concreto disminuye de manera

gradual de acuerdo a la cantidad de fibras añadida, sin embargo, disminuye la cantidad de grietas de manera sustancial. Por otro lado, desde el punto de vista costo-beneficio, al utilizarse una dosificación de 60kg/m^3 de fibras metálicas en el concreto brinda un mejor desempeño en sus propiedades mecánicas, Por otra parte, respecto a las macrofibras de polipropileno, la cantidad de fibras utilizada que tuvo mejor desempeño en los ensayos realizados fue de 7.0 kg/m^3 , por tal razón, la presente investigación determina que, las fibras metálicas y fibras sintéticas dentro de la matriz cementicia generan un desempeño favorable para la losa industrial, reduciendo la aparición de grietas y/o fisuras en el elemento estructural. Así mismo, se ve reflejado que a medida que aumenta la dosificación de las fibras, su resistencia a compresión a 28 días y el módulo de rotura aumentan paulatinamente. Finalmente, cabe resaltar que el tipo de fibras de acero más utilizadas por los autores son las fibras que presentan ganchos en sus extremos, ya que generan un mejor enganche y ayudan a mejorar el tipo de falla frágil a falla dúctil del concreto estructural.

En el estudio “Optimización del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en pisos industriales, basado en análisis experimental y numérico” concluye que los concretos con fibras de acero con ganchos en los extremos tienen un buen comportamiento cuando se presenta pre fisura y la post fisura en comparación con los demás tipos de fibras metálicas como las dentadas, ondulas y demás, por otro lado, las fibras de polipropileno tienen un comportamiento similar en la post fisura generando un buen comportamiento cuando son sometidas a esfuerzos, asimismo, la relación de aspectos tanto de las fibras de acero y polipropileno tienen una gran influencia en el desarrollo de las características de un concreto fibroreforzado como la resistencia a la flexión debido a la adherencia que se genera con el concreto cuando son sometidos a diferentes esfuerzos. De igual manera, el presente estudio afirma que el uso de fibras metálicas con ganchos en los

extremos le proporcionan un mejor desempeño del concreto estructural frente a la propagación de las fisuras, asimismo, las fibras de polipropileno mejoran el comportamiento de las losas industriales cuando estas están sometidas a diferentes tipos de esfuerzos. Por otro lado, también se ratifica que, la relación de aspecto toma un rol importante en el comportamiento del concreto, observándose que la mayoría de los estudios analizados, tienen una relación de aspecto dentro del intervalo de 60-80.

En la investigación “Influencia del acero y las fibras macro sintéticas en las propiedades del hormigón” considera que, al utilizar fibras de acero dentro de la matriz cementicia dificultan la trabajabilidad del hormigón reforzado en comparación con el concreto con fibras de polipropileno. Asimismo, se observó que las fibras (acero o polipropileno) de mayor longitud generan un mejor comportamiento en las características mecánicas del hormigón frente a las fibras de menor longitud. Por tanto, en la presente investigación, coincidimos que a medida que aumenta la dosificación de las fibras dentro del diseño de mezcla del concreto, su trabajabilidad disminuye. Por otro lado, también se valida que las fibras de acero y polipropileno ayudan a reducir la aparición de las grietas y/o fisuras en el concreto después de su tiempo de fraguado. Así mismo, las fibras de acero que generan un mejor comportamiento del concreto frente a las diferentes cargas que actúan sobre él, son el tipo de fibras con ganchos en sus extremos ya que generan un tipo de enganche dentro de la matriz cementicia que permite que el concreto alcance mayores resistencias a flexión.

En el estudio “Hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para la ejecución de pisos y pavimentos industriales” concluye que al añadir macrofibras sintéticas en el hormigón para elaborar losas industriales brinda importantes beneficios tales como, la reducción de riesgo de deformación y agrietamiento de la estructura, además, en cuanto a los recursos utilizados, el costo disminuye a diferencia de utilizar losas tradicionales con

barras de acero. Por tal razón, en esta investigación se presenta que las fibras metálicas y sintéticas brindan beneficios a las losas apoyadas sobre el suelo, sin embargo, utilizar fibras sintéticas tiende a ser más económico que las fibras metálicas, debido a las dosificaciones menores con resultados similares.

En la investigación “Análisis de costos y tiempos para la construcción de la placa en concreto del concesionario automotriz ford av. boyacá 170-97 con la inclusión de macrofibras sintéticas y la implementación de la metodología bim”, concluye que después de analizar el comportamiento de 5 macrofibras diferentes dentro del concreto utilizar este tipo de material como refuerzo reduce gastos en el presupuesto referente a una malla electrosoldada. Asimismo, en el estudio “Análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electrosoldada en hormigones para pavimentos industriales”, concluye que al añadir macrofibras, desarrollan un buen comportamiento como refuerzo, además económicamente se logra reducir gastos durante la ejecución de pavimentos industriales de hormigón, debido a ello, se comprueba que la aplicación de estas tecnologías generan buen desempeño a este tipo de estructuras. Del mismo modo, en la presente investigación observó que utilizar fibras sintéticas llega a ser más eficiente económicamente a comparación de las fibras metálicas, esto de acuerdo a las dosis utilizadas, asimismo ambas fibras generan beneficios a las losas apoyadas sobre el suelo, aumentando las capacidades de sus propiedades mecánicas cuando son sometidas a flexión.

Una de las principales limitaciones fue al acceso a la información actualizada y relevante dentro los metabuscadores con restricción de pagó, debido que generaba un costo significativo por la cantidad de investigaciones requeridas, asimismo, el acceso a las bibliotecas físicas estuvieron restringidas debido a la pandemia mundial de covid-19.

Finalmente a pesar de las restricciones presentadas, se logró desarrollar el presente estudio brindando aportes como, identificar beneficios que generan la adición de fibras de acero o sintéticas dentro del diseño de mezcla del concreto para losas industriales, mejorando su comportamiento y/o desempeño del concreto frente a las cargas actuantes, así mismo, el costo beneficio que nos brinda utilizar estas fibras para mejorar el comportamiento y la vida útil de estas estructuras.

Con respecto a las implicancias de la presente investigación , las cuales comienzan con la influencia positiva del tipo y forma de la fibra evaluadas, en las propiedades físico-mecánicas del concreto endurecido como la resistencia a la flexión, absorción de energía y tenacidad, asimismo, propiedades del concreto fresco como trabajabilidad, control de grietas, pre y post fisura, es decir, utilizar fibras en la matriz cementicia brindan un mejor desempeño frente a las cargas estáticas y dinámicas a las que se encuentran expuestas y actúan sobre estas, ayudando así a alargar su vida útil. Por otro lado, se recalca la influencia del costo-beneficio del uso de las fibras, pudiendo alcanzar hasta un 84.72% de ahorro económico usando fibras sintéticas frente a fibras de metálicas, de la misma manera, Carranza (2018) llega a concluir que a nivel de costos se puede lograr ahorrar hasta el 44% entre fibras de acero y el concreto tradicional durante la ejecución de un piso industrial.

4.2. Conclusiones

Se logró realizar el análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, encontrando que la relación de aspectos, la forma y dosis de las fibras tienen una gran importancia debido a la adherencia que se produce dentro de la matriz cementicia, generando en el concreto fibroreforzado tener un mejor comportamiento en las propiedades mecánicas del concreto principalmente en la resistencia a flexión.

Se determinó los tipos de fibras metálicas y sintéticas que son empleados en la producción de losas sobre el terreno basados en artículos científicos previos, obteniendo que para las fibras metálicas el 71.05% utiliza fibras con Ganchos en los extremos, el 10.53% fibras Dentadas, de igual manera el 10.53% fibras Onduladas y el 7.89% usa fibras Rectas. Así mismo, se encontró que las fibras sintéticas el 51.35% usa: Fibra de Polipropileno en tiras rectas, el 16.22% fibras de propileno onduladas, asimismo, tanto las fibras de propileno Fibrilado, Fibras Poliméricas y Fibra de Polipropileno deformada utilizan 8.11% cada una, por último, las Fibras de Copolímeros Rectas, Fibra de Monofilamento no Fibrilado y Fibra de Polipropileno Rizada utilizan el 2.70% del total de ensayos analizados dentro de los estudios evaluados.

Se alcanzó a describir las diferentes dosificaciones de fibras metálicas y sintéticas que se utilizan en la elaboración de concreto en losas apoyadas sobre el terreno, basados en la revisión de artículos científicos previos, obteniendo que la dosificación más utilizada en las fibras metálicas por los diferentes autores se encuentra dentro del intervalo de 15 Kg/m^3 – 30 Kg/m^3 . Por otro lado, la dosificación más utilizada en la producción de concreto reforzado con fibras sintéticas se encuentra dentro del rango de 0.5 Kg/m^3 – 3 Kg/m^3 . Sin embargo, el mejor comportamiento encontrado de acuerdo a las gráficas presentadas las

dosificaciones menores a 60 kg/m^3 para las fibras de acero y para las fibras sintéticas se debe usar dosis inferiores a 5 kg/m^3 .

Se identificó el costo beneficio del uso de las fibras de acero y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno encontrando que utilizar fibras sintéticas reduce el costo hasta un 84.72% respecto a las fibras de acero de acuerdo a las dosis usadas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a las entidades públicas y empresas privadas dedicadas a la fabricación y comercialización de fibras a fomentar el desarrollo de manuales técnicos para el uso y dosificaciones adecuadas en un concreto fibroreforzado, asimismo incentivar la investigación realizando diferentes ensayos debido a la variación que se produce en las propiedades mecánicas del concreto con fibras, por otro lado, promover la aplicación de estos productos de acuerdo a las necesidades que se presenten en los elementos estructurales en el rubro del sector construcción.

Se recomienda a los profesionales que se encuentran inmersos en el sector construcción tener en cuenta la implementación de este tipo de tecnologías, considerando los beneficios que brinda utilizar un concreto fibroreforzado, generando un buen desempeño en las losas apoyadas sobre el suelo debido a las constantes cargas a las que está sometida y expuestas durante su vida útil, por otro lado, debido al aumento de los precios de los recursos tanto mano de obra como materiales, utilizar este tipo de fibras nos trae beneficios reduciendo tiempo durante la ejecución de estas estructuras.

A los futuros investigadores se recomienda realizar ensayos referentes a la presente línea de investigación, para poder observar el comportamiento del concreto fibroreforzado, no solo en losas apoyadas sobre el suelo, sino en demás elementos estructurales como las vigas y losas de edificaciones cuando estas están expuestas a los diferentes cambios climáticos, conllevando a brindar diferentes aportes a la comunidad interesada en la aplicación de estas tecnologías.

REFERENCIAS

- Abanto, O. (2017). *Resistencia mecánica del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de fibras de acero dramix y Sika*. (Tesis de Pregrado). Universidad Privada Del Norte, Trujillo, Perú.
- ACI. (2010). *Guide to desing of slabs-on-Ground, ACI 360R-10*. Reported byCommittee 360. Detroit, MI: American Concrete Institute.EU. 2010.
- ACI. (2018). *ACI Concrete Terminology*. Detroit, MI: American Concrete Institute. EU. 2018
- Altamirano, M. , Pombo, R. , Giaccio, G. & Zerbino, R. (2017). *Hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para la ejecución de pisos y pavimentos industriales. Revista de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón*, Nro. 57.
- Álvarez-Zuluaga, L. A. & Silva-Siempira Y. M. (2020). *Análisis de costos y tiempos para la construcción de la placa en concreto del concesionario automotriz Ford Av Boyacá 170-97 con la inclusión de macrofibras sintéticas y la implementación de la metodología BIM*. (Tesis Pregrado). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Obras. Bogotá, Colombia
- Arias, F. (2006). *El proyecto de investigación, Introducción a la metodología científica*. Caracas- Venezuela. Editorial Episteme.
- Campoy, N., Chávez, O., Rojas, E., Gaxiola, J., Millán, J., & Rosa, D. (2021). Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 22(1).

- Cano, J. (2019). *Aplicación de fibras sintéticas para mejorar la resistencia del concreto, en losas del Jr. Túpac Amaru, distrito de Cajatambo-Lima 2019*. (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.
- Carranza, J. (2018). *Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'c=210$ kg/cm², en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima*. (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú
- Carrillo, J. y Silva, D. (2016). Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 17(3), 317-330.
- Carrillo, J; Sanchez, M & Silva, D. (2016). Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero. *Ingeniería Investigación y Tecnología*. 17 (4): 499-510.
- Castañeda, R. (2018). *Influencia De La Adición De Fibra De Acero Y Plastificante En La Resistencia A La Compresión Del Concreto Convencional, Trujillo – 2018*. (Tesis Pregrado). Universidad Privada Del Norte, Trujillo, Perú.
- Cemex. (2002), "*Manual de diseño y construcción de pisos industriales*". Ciudad de México, México. Editorial. CEMEX
- Chahua, J & Huayta, P. (2018). *Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmagro – huachipa – lima*. (Tesis Pregrado). Universidad San Martin de Porres. Lima, Peru.
- Champi, C., Espinoza, L. (2017). *Análisis comparativo de las características mecánicas a compresión, flexión y costos de materiales de un concreto patrón*

y otro adicionado con fibra sintética mejorada sikafiber® pe, elaborado con agregado de las canteras cunyac y vicho. (Tesis Pregrado). Cusco, Perú.

Chávez, B y Vásquez, K. (2021). *Análisis económico del uso de la fibra macrosintética SikaFiber Force-60 mediante el software Sika Fiber SAVE para losas industriales de concreto, Trujillo 2021.* (tesis Pregrado). Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú.

Chumpitaz, F. & Nava, C. (2019). *Proceso constructivo de una losa industrial de concreto hidráulico con fibras de acero y sus beneficios obtenidos en su ejecución en un centro de distribución.* (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Clausó, A. (1993). *Análisis documental: el análisis formal. Revista General De Información Y Documentación*, 3(1), 11. Editorial, Complutense. Recuperado de <https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/article/view/RGID9393120011A>

Córdoba, C. (2015). *Análisis comparativo teórico y económico, entre fibras sintéticas y de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyadas sobre suelos.* (Tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Cuenca, Elmer & Solórzano, Cristhy. (2018). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, Trujillo 2018.* (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, Perú.

Dolores, C. (2019). *Implementación de macro-fibras sintéticas para mejorar la tenacidad de losas rígidas de estacionamiento del proyecto multifamiliar Córdova, Miraflores, Lima, 2019.* (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

- Domínguez, J. (2015). *Manual de metodología de la investigación científica*.
Chimbote, Perú. Imprenta Editora Grafica Real S.A.C
- Eisa, Mohamed S., Mohamed E. Basiouny, & Ahmed M. Youssef. (2021).
"Improvement of Load Carrying Capacity of Concrete Pavement Slabs Using
Macro Synthetic Fibers" *Coatings* 11, no. 7: 833.
- Euclid Group Toxement. (2018). *Guía Para El Uso De Fibras Sintéticas De Toxement
En El Concreto*. Recuperado de :
https://www.toxement.com.co/media/3381/fibras_sinteticas.pdf.
- Fajardo, C. (2018). *Determinación de la capacidad de carga residual al agrietamiento
en concreto reforzado con fibras macro sintéticas o fibras metálicas, para
losas industriales*. (Tesis Pregrado). Universidad de Costa Rica. San Pedro,
Costa Rica.
- Figuroa, A. (2013). *Comparativa de la tenacidad entre hormigón convencional,
hormigón reforzado con fibras de acero y hormigón reforzado con fibras de
polipropileno*. (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica Madrid. Madrid,
España.
- Flores Curasi, Y. V., & Mendoza Huaraychiri, J. C. (2020). *Análisis de la correlación
del módulo de rotura (m_r) V.S. la resistencia a tracción indirecta (f^t) y
compresión (f^c) de concreto $f^c = 280, 300, 350, 420 \text{ kgf/cm}^2$ para pavimento
rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días de
edad en la Av. Metropolitana de la ciudad de Arequipa*. Universidad
Católica de Santa María. Arequipa, Perú.

Gallardo, Y & Moreno, A. (1999). *Aprender a Investigar*. Bogotá - Colombia. ARFO

EDITORES LTDA

García O., & Quesada, G. (2012). *Evaluación de una alternativa para la construcción de pisos industriales de gran formato en Colombia*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

Giaccio, G., Bossio, M., Monetti, D., Morea, F., Torrijos, M & Zerbino, R. (2013). Macrofibras sintéticas para el refuerzo de hormigón. *Segundas Jornadas de Investigación y Transferencia – 2013*. pp 330-335.

Guerini, V., Conforti, A., Plizzari, G. y Kawashima, S. (2018). Influencia del acero y las fibras macro sintéticas en las propiedades del hormigón. *En Fibras* (Vol. 6, Número 3, p. 47).

Hadi, M. (2008). An Investigation of the Behaviour of Steel and Polypropylene Fibre Reinforced Concrete Slabs. Faculty Of Eneineering and Information Sciencies. Recuperado de: <https://ro.uow.edu.au/engpapers/477>

Hernando, A., Huamani, N. (2019). *Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Ancash El Agustino 2019*. (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Huaman, N., Vargas, G. & Yataco, A. (2020). *Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos*. (Tesis Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.

Ivalo, C. (2018). *Estudio de la fibra sintética de polipropileno en el control de fisuras por retracción plástica en losas aligeradas de concreto con resistencia*

$f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$, *Huancayo 2017*. (Tesis Pregrado).
Huancayo, Peru.

Jegatheeswaran, D & Sridhar, J. (2019). Mechanical properties of mixed steel fiber reinforced concrete with the combination of micro and macro steel fibers. *Structural Concrete*. 458-467.

Komathi, M ; Stefie, J & Ravindra, G. (2020). Influence of Fibre Geometry on the Fracture of Steel Fibre Reinforced Concrete. *Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales*. Volumen 936.

López Román, Jorge. (2015). *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno : influencia del tipo y consumo de fibra adicionado*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Maccaferri. (2015). *Fibras como Elemento Estructural para el refuerzo del hormigón*. Recuperado de : <https://www.yumpu.com/es/document/view/33788897/fibras-como-elemento-estructural-para-el-refuerzo-del-hormigan>.

Machuca, C. (2018). *Evaluación del remplazo de acero tradicional por fibras sintéticas como refuerzo en losas de concreto*. (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

Mendieta, L. (2017). *Aplicación de concreto reforzado con fibras de acero en losas de contrapiso para viviendas de interés social*. (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogota, Colombia.

- Mendoza, J., Vásquez, A. & Villa, M. (2012). *Análisis Del Esfuerzo Residual En Concreto Para Pavimento Rígido Reforzado Con Fibras Metálicas Y Sintéticas*. (Tesis Pregrado). Bogotá, Colombia.
- Meza, A. (2015). *Optimización del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en pisos industriales, basado en análisis experimental y numérico*. (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México
- Meza, A., Ortiz, José., Peralta, L., Pacheco, J., Soto, J., Rangel, S., Padilla, R., & Alvarado, J. (2014). Experimental mechanical characterization of steel and polypropylene fiber reinforced concrete. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 37(2), 106-115.
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras, suelos, geología geotecnica y pavimentos, sección suelos y pavimentos*. Recuperado de : http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Montalvo, M. (2015). *Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales*. (Tesis Pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Perú. Lima, Perú.
- Navas, A., Rojas, J. (2011). *Comportamiento de losas apoyadas en suelo utilizando concreto reforzado con fibras metálicas*. *Revista de Ingeniería*. (1 y 2): 67-80.
- Ortiz, S. (2015). *Determinación De La Influencia De La Fibra De Acero En El Esfuerzo A Flexión Del Concreto Para Un "F'c=280 Kg/Cm²"*. (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú

Perú vías. (2020). *Empleo de fibras sintéticas en el concreto proyectado (shotcrete)*.

Revista Especializada PERÚ VÍAS. Recuperado de:

<https://peruvias.pe/empleo-de-fibras-sinteticas-en-el-concreto-proyectado-shotcrete/>.

Pineda, J. (2015). *Utilización de fibra sintética para la reducción de fisuras por contracción térmica en losas de concreto reforzado*. (Tesis Pregrado). San Carlos, Guatemala.

Poo, F. (2018). *Caracterización del comportamiento de hormigones reforzados con fibras sintéticas frente a cargas de punzonamiento*. (Tesis Pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso, Chile.

Prodac. (2020). Noticias. Lima: Prodac y Bekaert. Lima, Perú: Prodac. Recuperado de: <https://prodac.bekaert.com/es-MX/la-empresa/noticias>

Quigüiri, J. (2016). *Implementación De Macro Fibras Sintéticas Como Refuerzo En Hormigón Proyectado Y Moldeado En Reemplazo De Fibras Metálicas A Traves De Un Comportamiento Mecánico*. (Tesis Pregrado). Guayaquil, Ecuador.

Ramírez, A., Gutiérrez, C. y Granados, J. (2019). *Uso de la fibra sintética en el concreto estructural para edificaciones*. *Redes de Ingeniería*, 10(1), 34-42, doi: <https://doi.org/10.14483/2248762X.14250>.

Ramos, N. (2019). *Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero*. (Tesis Pre grado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

- Rojas, K. (2017). *Análisis del desempeño de la macrofibras Sintética en la tenacidad del concreto*. (Tesis Pregrado). Universidad Privada del Norte. Trujillo, Perú.
- Ruiz, D., Rodríguez, F & León, M. (2017). Estudio del comportamiento a la fatiga de una mezcla de concreto para pavimentos reforzada con fibras metálicas. *Revista Ingeniería de Construcción*. 32 (2): 45-58.
- Saavedra, J. (2019). *Aplicación de fibras sintéticas para mejorar la resistencia del concreto, en losas del Jr. Túpac Amaru, distrito de Cajatambo-Lima 2019*. (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.
- Sadowska, B ; Szafraniec, M ; Barnat, D & Lagòd, G. (2020). Flexural Behavior of Composite Concrete Slabs Made with Steel and Polypropylene Fibers Reinforced Concrete in the Compression Zone. *Materials* 13, no. 16:3616.
- Salsilli, R. (2013). *Manual de diseño de pisos industriales*. Santiago, Chile. Editorial: Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile
- Sánchez, D. (2001). *Tecnología Del Concreto Y Del Mortero*. Recuperado de : <https://books.google.es/books?hl=es&lr&id=EWqQPJhsRAC&oi=fnd&pg=PA5&dq=definicion+de+concreto&ots=gZF-Hmp-Em&sig=3Q5wXgoVJjRDHUKL5IX-RzXqDQk&pli=1#v=onepage&q&f=false>.
- Sika. (2011). *Concreto reforzado con fibras*. Lima, Perú: Sika. Recuperado de : https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf
- Sika. (2015). Libro de obras Perú 2015: Libro de obras 2015 es una publicación que recopila las principales obras en las que participó Sika Perú en el período 2013

- 2015. Lima, Perú: Sika. Recuperado de:
<https://per.sika.com/dms/getdocument.get/8244e54f-4f70-3836-bfee-0fc3a056c9e6/Sika%20-%20Libro%20de%20Obras%202015.pdf>

Sotil, A., & Zegarra, J. (2015). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Soulioti, D., Barkoula, N., Paipetis, A. & Matikas, T. (2011). Effects of Fibre Geometry and Volume Fraction on the Flexural Behaviour of Steel-Fibre Reinforced Concrete. *An international journal for experimental mechanics*. 47, 535–541.

Subramani, R; Kumar, K & Vijayprabhakaran, G. (2020). Behavior of Concrete using Steel Fiber as a Tensile Material. *Test Engineering & Management*. 6665–6672.

Torres, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto*. Recuperado de :
https://www.academia.edu/11718754/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO

Vairagade, V. & Kene, K. (2013). Strength Of Normal Concrete Using Metallic And Synthetic Fibers. *Chemical, Civil and Mechanical Engineering Tracks of 3rd Nirma University International Conference*. 51(2013) 132 –14.

Valera, E. (2017). *Incorporación de fibras de polipropileno (sikaFiber Force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un concreto con resistencia a la compresión 28Mpa para el departamento de lima*. (Tesis Pregrado). Lima, Perú.

Vega, L. (2019). *Aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto*. (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

Vílchez, F. (2017). *Influencia de la adición de las fibras de acero en la ductilidad de columnas de concreto reforzado*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

Wtaife, S; Alsabbagh, A; Eisaa, T; Alshammari, E; Shaban, A & Suksawang, N. (2018). Analysis of Flexural Capacity of Fiber Reinforced Concrete Pavements. *International Journal of Technology and Engineering Studies* . Volumen 4, 203-2010 pp.

Zamorano, A. (2018). *Análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electrosoldada en hormigones para pavimentos industriales*. (Tesis Pregrado). Universidad Andrés Bello. Santiago de Chile, Chile.

Zerbino, R., Giaccio, G y Pombo, R. (2016). *Estudio Experimental De La Respuesta Mecánica De Hormigones Reforzados Con Microfibras Sintéticas Para Uso En Pisos Industriales*. Asociación Argentina de tecnología del Hormigón. 275-282.

ANEXOS

ANEXO N°1: Instrumento de recolección de información validada

Instrumento de recolección de información

Título:	
Autor(es):	
Año:	
País:	
Base de datos:	
Tipo de Investigación:	
Resumen:	
Objetivo:	
Resultados:	
Conclusiones:	
Referencia:	

Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos.



.....
Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
CIP: 166228

**ANEXO N°2: Panel fotográfico del empleo de fibras de acero en un proyecto en
Trujillo, La Libertad.**



ANEXO N°3: Matriz de Consistencia

Tabla 22

Matriz de consistencia

TITULO: "ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE FIBRAS METÁLICAS Y SINTÉTICAS EN LA PRODUCCIÓN DE LOSAS DE CONCRETO APOYADAS SOBRE EL TERRENO, TRUJILLO 2021"								
PROBLEMA	HIPOTESIS GENERAL	OBJETIVOS	VARIABLES	METODOLOGÍA	VARIABLE 1	VARIABLE 2		
¿Cuál es el análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, trujillo 2021?	El análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, permite determinar si existen beneficios en la construcción de estas estructuras.	<p>GENERAL: Realizar el análisis comparativo del uso de fibras metálicas y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno, Trujillo 2021.</p> <p>ESPECÍFICOS: OE1: Determinar los tipos de fibras metálicas y sintéticas que son empleados en la producción de losas sobre el terreno basado en artículos científicos previos. OE2: Describir las diferentes dosificaciones de fibras metálicas y sintéticas que se utilizan en la elaboración de concreto en losas apoyadas sobre el terreno, basados en la revisión de artículos científicos previos. OE3: Identificar el costo beneficio del uso de las fibras de acero y sintéticas en la producción de losas de concreto apoyadas sobre el terreno.</p>	<p>VARIABLE 1: Fibras metálicas.</p> <p>VARIABLE 2: Fibras sintéticas.</p>	<p>Tipo de estudio: Correlacional Diseño de la investigación: No experimental - transversal</p>  <p>Técnica: Análisis de documentos (tesis, paper, revistas, entre otros). Instrumento: Guía de análisis de documentos Método de análisis: Comparativa POBLACIÓN: Estudios realizados adicionando tipos de fibras de acero y sintéticas en el concreto, para mejorar el comportamiento del concreto frente a diversas cargas aplicadas en losas apoyadas sobre el suelo. MUESTRA: Investigaciones relacionadas a las variables de estudio: fibras metálicas y fibras sintéticas, aplicadas directamente a la producción de losas de concreto apoyadas sobre el suelo.</p>	<p>DIMENSIONES</p> <p>Tipos de fibras metálicas.</p> <p>Dosificación de las fibras de acero.</p> <p>Costo-Beneficio de fibras metálicas</p>	<p>INDICADORES</p> <p>Longitud (mm) Diámetro (mm) Relación de aspecto Forma de fibra Cantidad de fibra de fibra utilizada (kg/m³) Resistencia a compresión (característica del diseño de la mezcla) (MPA) Proporción mínima recomendada por el fabricante según su relación de aspectos (kg/m³) Costo de fibras x m³ (\$) (Aplicado a un proyecto)</p>	<p>DIMENSIONES</p> <p>Tipos de fibras Sintéticas.</p> <p>Dosificación de las fibras sintéticas.</p> <p>Costo-Beneficio de fibras sintéticas</p>	<p>INDICADORES</p> <p>Longitud (mm) Diámetro (mm) Relación de aspecto Forma de fibra Cantidad de fibra de fibra utilizada (kg/m³) Resistencia a compresión (característica del diseño de la mezcla) (MPA) Proporción mínima recomendada por el fabricante según su relación de aspectos (kg/m³) Costo de fibras x m³ (\$) (Aplicado a un proyecto)</p>

ANEXO N°4: Tablas de Recolección de Datos.

FIBRAS DE ACERO

Estudio N°1

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Mechanical properties of mixed steel fiber reinforced concrete with the combination of micro and macro steel fibers
Autor(es):	Jegatheeswaran D. & jayaprakash Sridhar.
País/año:	La India - 2019
Base de Datos:	Google Académico
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Se realizan experimentos para examinar las características de la nueva combinación de hormigones. Simultáneamente, las características de los hormigones que se endurecieron, se examinan realizando pruebas de compresiones, resistencia a la flexión ensayos y resistencia a la tracción dividida (STS). Además, verifica los efectos de las fibras cuando se distribuyen en la zona abisagrada de los componentes estructurales para obtener beneficios económicos al minimizar los ingredientes de la fibra de acero en la mezcla de hormigón.
Objetivo:	El documento tiene como objetivo analizar y estudiar las características del hormigón armado con fibra de acero (SFRC) y el hormigón simple que contiene fibras combinadas de varios aspectos.
Resultados:	El resultado muestra que la fibra de acero combinada con el hormigón armado puede ser empleada como la mejor combinación para ser aplicada en SFRC para lograr fuerza en STS, y la flexión.
Conclusiones:	La viga convencional ofrece un 66,67% menos de rigidez que viga S4, por lo que se puede demostrar que la viga S4 proporciona mejores propiedades de rigidez en comparación con las vigas convencionales. La Mezcla de fibras que contiene un 25% de microfibras y un 75% macrofibras en una fracción del 1,5% del volumen, proporciona la mayor combinación adecuada con respecto al STS superior y resistencias a la flexión.
Referencias Bibliográficas	Jegatheeswaran, D & Sridhar, J. (2019). Mechanical properties of mixed steel fiber reinforced concrete with the combination of micro and macro steel fibers. <i>Structural Concrete</i> . 458-467.

Estudio N°2

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Flexural Behavior of Composite Concrete Slabs Made with Steel and Polypropylene Fibers Reinforced Concrete in the Compression Zone
Autor(es):	Sadowska, B ; Szafraniec, M ; Barnat, D & Lagòd, G.
País/año:	Suiza - 2020
Base de Datos:	Proquest
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	<p>Se utilizaron como fibras de refuerzo fibras de acero (SF) y fibras de polipropileno (PP) en una cantidad del 1% en relación con el peso de la Se utilizaron fibras de refuerzo en la mezcla de hormigón.</p> <p>Las composiciones de las mezclas se desarrollaron para el hormigón de referencia, el hormigón de fibras de acero y el hormigón de fibras de polipropileno. Se ensayaron las propiedades mecánicas del hormigón obtenido a partir de las mezclas diseñadas, como la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, el módulo de elasticidad</p>
Objetivo:	Examinar el efecto de una capa de hormigón reforzado con fibras en la zona comprimida sobre las propiedades mecánicas de las losas de hormigón compuesto reforzado con fibras.
Resultados:	En los resultados de Resistencia a flexión, se puede apreciar en las tablas que la mayor resistencia a la flexión se logró mediante las probetas de hormigón reforzado con fibra de polipropileno. A pesar de los parámetros de resistencia más bajos de PP en comparación con SF, la muestra de F-RCP logró un valor de resistencia 8.4% más alto, en comparación con F-RCS.
Conclusiones:	Los ensayos de resistencia a la flexión mostraron que la resistencia media de las muestras de hormigón C-REF alcanzó un valor inferior en relación a la resistencia media de las muestras de hormigón reforzado con fibra F-RCS y F-RCP en un 15% y 27%, respectivamente. Bajo la fuerza máxima de carga, la destrucción de la viga de hormigón C-REF adquirió el carácter de una súbita fisura quebradiza. En el caso de las vigas de hormigón reforzado con fibras con la adición de acero y fibras de polipropileno, se formó una fisura a un cierto valor de fuerza, que no provocó pérdida de resistencia. Bajo la fuerza creciente, la viga se dobló, mostrando una mayor capacidad de carga.
Referencias Bibliográficas	Sadowska, B ; Szafraniec, M ; Barnat, D & Lagòd, G.(2020). Flexural Behavior of Composite Concrete Slabs Made with Steel and Polypropylene Fibers Reinforced Concrete in the Compression Zone. <i>Materials</i> 13, no. 16:3616.

Estudio N°3

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Influence of Fibre Geometry on the Fracture of Steel Fibre Reinforced Concrete.
Autor(es):	Komathi, M ; Stefie, J & Ravindra, G.
País/año:	India – 2020.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En el presente desarrollo de la investigación, se incluyen detalles de las investigaciones experimentales pertinentes realizadas en SFRC con dos geometrías de extremo en forma de gancho diferentes (indicadas como 3D y 5D) en dosis equivalentes; las pruebas se ajustan a EN 14651: 2005 + A1: 2007. Con el cambio de geometría. Finalmente, se encontró que las fibras 5D exhiben un desempeño ligeramente superior al de las fibras 3D.
Objetivo:	Examinar la influencia de la geometría de la fibra en las propiedades de fractura y/o agrietamiento, considerando dos tipos diferentes de fibras de acero estirado en frío (3D y 5D).
Resultados:	La primera grieta de cada muestra se observó en un rango de carga de 6 kN a 8 kN. Para las probetas 3D - S7, 3D - S8, 5D - S3, 5D-S4, 5D - S6 y 5D-S8, hay una reducción gradual de la carga con el aumento de CMOD, en el ensanchamiento de la fisura. Esto se atribuye a la ausencia de fibras en las inmediaciones para efectuar la acción de puente. Con respecto a la carga última, se obtiene una amplia variación entre las probetas de cada tipo (3D y 5D). Esto se debe a la variabilidad inherente en las muestras debido a la fundición y la acción de las fibras.
Conclusiones:	La investigación experimental en SFRC con dos tipos diferentes de geometría de fibra de gancho final muestra que las fibras con un dobléz (3D) a 45 kg / m ³ y las fibras con dos torceduras (5D) a 35 kg / m ³ dio parámetros de resistencia a la flexión y tenacidad a la fractura características similares. Sin embargo, en términos de rendimiento medio, las fibras 5D fueron ligeramente superiores, a pesar de que se utilizaron en una dosis más baja.
Referencias Bibliográficas	Komathi, M ; Stefie, J & Ravindra, G. (2020). Influence of Fibre Geometry on the Fracture of Steel Fibre Reinforced Concrete. <i>Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales</i> . Volumen 936.

Estudio N°4

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Behavior of Concrete using Steel Fiber as a Tensile Material.
Autor(es):	Subramani, R; Kumar, K & Vijayprabhaharan, G.
País/año:	India – 2020.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En el desarrollo del presente estudio, se deduce que, al usar las fibras de acero en el concreto, le dará alta resistencia y durabilidad. La fibra llevará a compensar la debilidad del hormigón. El hormigón reforzado con fibra de acero (SFRC) se utiliza con éxito en losas, pisos e incluso en vigas. La formación ha demostrado la alta resistencia a la tracción cuando se agregó al hormigón. La proporción de mezcla seguida en estos es las mezclas M20 y M30.
Objetivo:	Analizar el comportamiento del hormigón utilizando fibras de acero dentro de su diseño de mezcla.
Resultados:	La inclusión de fibras de acero en el hormigón aumenta significativamente la resistencia a la flexión, la resistencia a la flexión y la sustancia de las fibras de acero en un grado limitado, están enfáticamente relacionadas. Las pruebas indican que después del agrietamiento del hormigón, sigue transportando carga, se aplica a los incrementos de la anchura de la grieta, y cuando llega a la carga final, la anchura de la grieta no se propagado, a comparación del hormigón ordinario que llega a la rotura.
Conclusiones:	El hormigón con fibra de acero tiene muchas propiedades excelentes, tales como: resistencia al agrietamiento, tenacidad y resistencia a las fuerzas de flexión, resistencia al impacto, etc. Así mismo, Cuando aumentamos el volumen de fibras, mejora la resistencia al cizallamiento. Debido a las excelentes propiedades de la fibra, se puede utilizar para importantes materiales de construcción. Dado que la fibra de acero es económica y tiene una buena resistencia a la tracción.
Referencias Bibliográficas	Subramani, R; Kumar, K & Vijayprabhaharan, G.(2020). Behavior of Concrete using Steel Fiber as a Tensile Material. <i>Test Engineering & Management</i> . 6665-6672.

Estudio N°5

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Proceso constructivo de una losa industrial de concreto hidráulico con fibras de acero y sus beneficios obtenidos en su ejecución en un centro de distribución.
Autor(es):	Chumpitaz Blas, Franco Jesus & Nava Loza, César Alejandro.
País/año:	Perú – 2019.
Base de Datos:	Repositorio Universidad Ricardo Palma.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	La ejecución de una losa de concreto hidráulico con mallas de acero y paños pequeños es una de las más convencionales, sin embargo, con fines de mejorar plazos de ejecución y los costos se planteó colocar fibras de acero en la mezcla de concreto hidráulico para optimizar el tiempo de colocación, también se agregó aditivo de retracción compensada link EVR, la que hace posible tener paños de concertó de hasta 40 metros por 40 metros.
Objetivo:	Analizar los procesos constructivos de una losa industrial de concreto hidráulico con fibras de acero para conocer los beneficios obtenidos en su ejecución para el centro industrial Saga Falabella Lurín.
Resultados:	En una comparación de Costo-beneficio entre las fibras de acero Dramix y las mallas de acero convencionales en un área de losa de 38000 m ² , se obtuvo como resultado un ahorro de poco más de medio millón de soles al usar las fibras de acero. Con respecto al rendimiento en obra, según mapeo realizado durante la ejecución, contabilizamos 23 días desde el primer vaciado hasta el último paño de losa, obteniendo un promedio de 1600m ² /día, mientras que la malla de acero tarda hasta 56 días con un rendimiento de 678 m ² /día solo en armadura de acero.
Conclusiones:	Se concluye que, realizando el análisis de costos unitarios, se puede apreciar que los costos de materiales y mano de obra para refuerzo de mallas de acero puede llegar a ser 2.5 veces mayor que usar las fibras de acero. También podemos apreciar que, en rendimientos, utilizar las fibras de acero puede llegar a ser el 40% del tiempo requerido para utilizar el refuerzo por mallas de acero, esto debido a la mano de obra
Referencias Bibliográficas	Chumpitaz , Franco & Nava , César.(2019). <i>Proceso constructivo de una losa industrial de concreto hidráulico con fibras de acero y sus beneficios obtenidos en su ejecución en un centro de distribución.</i> (Tesis Pre Grado). Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.

Estudio N°6

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero.
Autor(es):	Ramos Fernández Nadia Diana Massiel.
País/año:	Peru – 2019.
Base de Datos:	Ebsco.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El diseño de mezcla se realiza mediante el método de combinación de agregados de un concreto de $f'c = 250\text{kg/cm}^2$. Se utilizó los agregados de la cantera “Margarita” ubicada en Chilete y cemento Pacasmayo fortimax 3 tipo MS. Se elaboro concreto reforzado con fibra de acero “Sikafiber CHO 80/60 NB” en dosificaciones de 15, 30 y 45 kg/m ³ , concreto reforzado con fibra de polipropileno “Sikafiber PE” en dosis de 400, 600 y 800 g/m ³ y concreto reforzado con fibra de acero “Sikafiber CHO 80/60 NB” y fibra de polipropileno “Sikafiber PE” en proporción 1:2 respectivamente a la edad de 28 días.
Objetivo:	Comparar la resistencia mecánica del concreto $f'c = 250\text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibras de polipropileno, acero y ambas fibras, con el concreto patrón.
Resultados:	A la edad de 28 días en el ensayo a flexión se puede observar que los resultados promedios de los especímenes reforzados con fibra de acero aumentan al resultado patrón, siendo el aumento más elevado en 23.066%, mientras que los especímenes reforzados con fibra de polipropileno presentan el menor incremento con respecto al patrón en 11.333%. Cabe destacar que el concreto reforzado en dosis de 45 kg/m ³ de fibra de acero presenta el mayor incremento y el concreto reforzado solo con 400 g/m ³ de fibra de polipropileno muestra los valores más bajos. En el análisis de costo-beneficio, se observa que el concreto reforzado con fibra de acero presenta el costo más elevado y una disminución en la resistencia a compresión, mientras que el concreto reforzado con fibra de polipropileno presenta el menor costo y el mayor incremento en la resistencia total del concreto. Asimismo, el concreto reforzado con ambas fibras muestra un costo intermedio y un incremento en la resistencia general del concreto.
Conclusiones:	Comparando los resultados obtenidos en los ensayos de compresión se tiene que el concreto reforzado con fibra de acero disminuye su resistencia hasta en un 7.152%, el concreto reforzado con fibra de polipropileno incrementa hasta en un 5.705% y el concreto reforzado con ambas fibras incrementa hasta en un 9.639%; en el ensayo a flexión en el concreto reforzado con fibra de acero, polipropileno y ambas fibras, se presentan incrementos de hasta 23.066%, 11.333% y 15.192% respectivamente; y en el ensayo a tracción indirecta por compresión diagonal en el concreto reforzado con fibra de acero, polipropileno y ambas fibras, se presentan incrementos de hasta 19.329%, 12.278% y 16.382% respectivamente
Referencias Bibliográficas	Ramos, N. (2019). <i>Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero</i> . (Tesis Pre grado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Estudio N°7

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'c=210$ kg/cm ² , en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima.
Autor(es):	Carranza Vergaray, Johan Edinsson.
País/año:	Peru – 2018.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El presente trabajo tiene como objeto de estudio el concreto, la población a estudiar fue el concreto diseñado para ser colocado en losas industriales de S.J.L, a las que se le agregan fibras de acero comerciales y la muestra fue todas las losas que están ubicados en el distrito de Huarochirí. Al ser la presente, una investigación experimental, la técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la Observación y los instrumentos que se utilizaron fueron las fichas de recolección de datos. Y era necesario la elaboración de ensayos de 72 probetas cilíndricas y 48 vigas prismáticas, con contenidos de fibras diferentes.
Objetivo:	Como afecta la incorporación de fibras de acero en el mejoramiento del comportamiento mecánico del concreto.
Resultados:	En los ensayos de resistencia a la flexión, se puede apreciar que, a los 14 días de edad, el incremento en el contenido de fibras de acero resultó benéfico para este parámetro. Finalmente, a los 28 días de edad se observó que el 5.2% de contenido de fibras duplicó el módulo de rotura a comparación del concreto simple.
Conclusiones:	Se concluye que el contenido de fibras tiende a disminuir la trabajabilidad de las mezclas de concreto, pues se observaron reducción de hasta el 50% de la trabajabilidad con un contenido de 5.2% de fibras de acero. En general la trabajabilidad de la mezcla disminuye con el incremento de fibras de acero. Se concluye que el esfuerzo a la flexión o el módulo de rotura incrementa a un 35 kg/cm ² (95%) con respecto a 36.8. kg/cm con una dosificación de 5.2% de fibra de acero. Y por lo general se puede decir que a mayor % de fibra tiende a mejorar el comportamiento a flexión del concreto
Referencias Bibliográficas	Carranza, J. (2018). <i>Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'c=210$ kg/cm², en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima.</i> (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Estudio N°8

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, Trujillo 2018.
Autor(es):	Cuenca Briceño, Elmer Luis & Solórzano Rodríguez, Cristhy Stephany
País/año:	Perú – 2018.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En la presente investigación se empleó agregado fino y grueso (piedra de 1/2 pulg) provenientes de la cantera Transportes y agregados Maconsa EIRL (cantera tripa), Cemento Portland Tipo ICo, fibras de acero (Sika Fiber CHO 65/35 NB) y fibras de polipropileno (Sika Fiber PE). Luego, realizaron 48 especímenes (vigas de concreto) distribuidos en tres grupos experimentales y un grupo control, los cuales fueron puestos a prueba de resistencia a flexión después de 14 y 28 días de curado. La resistencia a la flexión logró valores máximos a los 28 días obteniendo 30.1 kg/cm ² para el concreto patrón y 32.5 kg/cm ² para el concreto con 20% de fibra de acero y polipropileno.
Objetivo:	Evaluar el efecto de la adición de fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, Trujillo 2018.
Resultados:	En el ensayo de Resistencia a la flexion, observa que durante los ensayos en edad de 14 y 28 días de curado se presenció que los especímenes de concreto patrón presentaron fallas frágiles observándose su colapso total, a diferencia de los especímenes con adición de fibras en proporciones de 10%, 15% y 20% tuvieron presencia de fallas dúctiles, es decir que al aplicar las cargas en el elemento se presenció fisuramiento en su tercio central, pero la viga se mantuvo firme por la presencia de fibras.
Conclusiones:	Se concluye que, Los efectos de la adición de fibra de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión de especímenes de concreto ensayados a los 28 días de curado demostraron que, a diferencia de la resistencia alcanzada por el concreto patrón los especímenes con proporción de 20% de fibra presentaron un incremento en el módulo de rotura de 7.7%. Por otro lado, se analizaron los efectos de la adición de fibras en el concreto concluyendo que estas disminuyen la presencia de fisuras en condiciones ambientales y no afectan la temperatura del mismo en ninguno de los casos, mientras que el asentamiento del concreto desciende a medida que se va incrementando fibras en la mezcla.
Referencias Bibliográficas	Cuenca, Elmer & Solórzano, Cristhy. (2018). <i>Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto, Trujillo 2018</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, Perú.

Estudio N°9

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Determinación de la capacidad de carga residual al agrietamiento en concreto reforzado con fibras macro sintéticas o fibras metálicas, para losas industriales.
Autor(es):	Carolina Fajardo Romero.
País/año:	Costa Rica – 2018.
Base de Datos:	Repositorio de la Universidad de Costa Rica.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	<p>En este presente estudio experimental, se realizaron pruebas en concreto con modulo de ruptura de 35 kg/cm² para todos los especimenes y empleando 2 fibras sinteticas y 1 metalica, que corresponden a TUF STRAND SF a 2,5 y 5 kg/m³ de dosificaciones; Ruredil Xfiber-54 a 2 y 5 Kg/m³, y Dramix 3D 80/60 BG a 10 y 25 Kg/m³.</p> <p>Finalmente, se realizo un diseño de una losa con refuerzo tradicional mediante el metodo elastico y una losa reforzada con fibras, de manera que se pudiese observar los cambios en cuanto a metodologias de diseño y propiedades que se pudiesen mejorar entre un diseño y otro.</p>
Objetivo:	Estudiar el comportamiento mecanico en losas industriales de concreto reforzadas con fibras macro-sinteticas o fibras metálicas, bajo cargas monotónicas.
Resultados:	Por parte de las fibras metálicas con una dosificación de 25 kg/m ³ , se puede obtener que hay una capacidad de absorción muy sobresaliente. Esto puede deberse a que, al haber mayor presencia de fibras, es más la probabilidad de una mayor presencia de estas en la zona de agrietamiento o fisura. Para los demás casos con fibras sintéticas, aunque se hayan empleado valores límites de dosificación empleadas en el diseño de losas, se mantiene bastante por debajo de la dosificación mayor con fibra metálica, lo que denota una gran eficiencia en esta última.
Conclusiones:	Se concluye que, empleando fibras de acero dentro de la matriz cementicia se puede reducir el espesor de la losa hasta en un 25%. Esto quiere decir que, utilizar fibras como refuerzo, esto permite un ahorro en materiales y mano de obra, por lo que implica ventajas económicas.
Referencias Bibliográficas	Fajardo, C. (2018). <i>Determinación de la capacidad de carga residual al agrietamiento en concreto reforzado con fibras macro sintéticas o fibras metálicas, para losas industriales.</i> (Tesis Pregrado). Universidad de Costa Rica. San Pedro, Costa Rica.

Estudio N°10

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Analysis of Flexural Capacity of Fiber Reinforced Concrete Pavements
Autor(es):	Salam Wtaife, Ahmed Alsabbagh, Taleb Eissa, Emad Alshammari, Alaa Shaban & Nakin Suksawang.
País/año:	Irak – 2018
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	<p>Este trabajo utiliza las probetas de cilindro y de viga para comprender el efecto de dos tipos diferentes de fibras discretas y de varios volúmenes sobre las propiedades mecánicas del hormigón.</p> <p>Además, los resultados excrementos fueron simulados por el Método de Elementos Finitos (MEF) a través del programa de software ANSYS.</p> <p>Ademas, Las propiedades mecánicas para siete casos utilizados en este estudio relacionadas con el Hormigón Reforzado con Fibras (FRC) incluyeron la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad, la resistencia a la rotura, el módulo de ruptura, la resistencia a la fatiga y la resistencia a la fatiga, resistencia a la rotura, módulo de rotura y resistencia a la flexión.</p>
Objetivo:	Analizar las propiedades mecánicas del pavimento de concreto reforzado con fibras.
Resultados:	En los resultados de Las figuras 7 y 8 resumen los datos de carga-deflexión de los ensayos de flexión de los hormigones lisos, PVA FRC y acero que se utilizaron para determinar los parámetros de flexión. Donde, Se observa que el aumento del contenido de fibra mejoró el estado de fallo del hormigón de material frágil a dúctil. Además, las fibras de acero mejoran la ductilidad del hormigón liso más que el PVA.
Conclusiones:	Las fibras de acero proporcionan mejoras más significativas en la tenacidad y la resistencia residual que las fibras sintéticas, y ambos parámetros son proporcionales a la tasa de dosificación para cualquier fibra utilizada.
Referencias Bibliográficas	Wtaife, S; Alsabbagh, A; Eisaa, T; Alshammari, E; Shaban, A & Suksawang, N. (2018). Analysis of Flexural Capacity of Fiber Reinforced Concrete Pavements. <i>International Journal of Technology and Engineering Studies</i> .Volumen 4, 203-210 pp.

Estudio N°11

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Aplicación de concreto reforzado con fibras de acero en losas de contrapiso para viviendas de interés social.
Autor(es):	Luisa Fernanda Mendieta Higuera
País/año:	Colombia - 2017
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El proyecto estuvo encaminado a evaluar los resultados obtenidos al agregar tres dosificaciones diferentes (5kg/m ³ , 9kg/m ³ y 18kg/m ³) de fibras de acero Dramix RL 45_50 BN a un concreto de 21MPa; el programa experimental incluyó el ensayo de 43 especímenes (cilindros, vigas y losas) a partir de las normas técnicas colombianas (NTC): asentamiento (NTC-396), contenido de aire (NTC-1032), masa unitaria (NTC-1926), resistencia a la compresión (NTC-673), resistencia a la tensión indirecta (NTC-722), resistencia a la flexión (NTC-2871), absorción de energía (NTC-5721).
Objetivo:	Evaluar el desempeño de losas de contrapiso de 0.10 m de espesor, fabricadas con concreto reforzado con tres dosificaciones de fibras de acero (5, 9 y 18 kg/m ³), como alternativa constructiva para viviendas de interés social u otro tipo de estructura en donde las cargas de servicio sean iguales o menores que 500 kg/m ² .
Resultados:	El aporte de las fibras de acero a la resistencia a flexión es significativo, al comparar los resultados obtenidos en laboratorio se determinó que para la dosificación de 5kg/m ³ se obtuvo un incremento de 10.72% (3.73/4.13 MPa), la de 9kg/m ³ un aumento de 7.77% (3.73/4.02 MPa) y para la de 18kg/m ³ fue de 9.11% (3.73/4.07 MPa); el valor de módulo de rotura para todas las muestras de CRFA fue superior al de las muestras de CS.
Conclusiones:	En módulo de rotura o resistencia a la flexión, todas las muestras reforzadas con fibras de acero en sus diferentes dosificaciones superaron a las muestras de concreto simple, esto se debe al aporte de las fibras ante esfuerzos de tensión, ya que la matriz del concreto presenta un comportamiento frágil y las fibras generan un refuerzo tridimensional que cose la matriz y transmite esfuerzos entre fisuras (efecto de puenteo), generando un mejor comportamiento ante dichos esfuerzos.
Referencias Bibliográficas	Mendieta, L. (2017). <i>Aplicación de concreto reforzado con fibras de acero en losas de contrapiso para viviendas de interés social</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogota, Colombia.

Estudio N°12

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero.
Autor(es):	Carrillo Julián, Sanchez Martha & Silva Diego
País/año:	Mexico - 2016
Base de Datos:	Science Direct
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El programa experimental incluyó ensayos a flexión de 10 losas cuadradas de 600 mm de lado, 100 mm de espesor y diferente tipo de refuerzo; por ejemplo, losas con malla electrosoldada de alambres formados en frío con diámetro de 5 mm y aberturas cuadradas de 150×150 mm, losas con diferentes contenidos de fibra de acero (5, 9 y 18 kg/m ³), y losas de concreto simple.
Objetivo:	Evaluar el contenido de fibras de acero necesario para obtener un desempeño a flexión equivalente al de la losa de concreto sobre terreno reforzada con malla electrosoldada y con la cuantía mínima por contracción y temperatura.
Resultados:	En los resultados de Resistencia a la Flexión se puede observar que el CRFA presenta un mejor comportamiento que el concreto Simple y el refuerzo de la malla electrosoldada, todo esto se genera gracias a que las fibras de acero generan un puente entre las fisuras.
Conclusiones:	Las curvas tenacidad-deflexión evidenciaron que, aunque la tenacidad para la deflexión última de las losas reforzadas con malla electrosoldada y con la dosificación de fibras de 14.1 kg/m ³ fue similar, el comportamiento de los elementos fue significativamente diferente. En las losas reforzadas con malla electrosoldada, la tasa de degradación de resistencia fue mayor, el colapso fue más rápido y las grietas se empezaron a notar más tarde que en los especímenes reforzados con fibras de acero. Por tanto, las fibras de acero podrían generar un modo de falla de las losas de concreto más dúctil que el refuerzo con malla electrosoldada, que es un desempeño fundamental en elementos de concreto reforzado.
Referencias Bibliográficas	Carrillo, J; Sanchez, M & Silva, D (2016). Desempeño de losas de concreto sobre terreno reforzadas con malla electrosoldada o fibras de acero. <i>Ingeniería Investigación y Tecnología</i> . 17 (4): 499-510.

Estudio N°13

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero.
Autor(es):	Julian Carrillo & Diego Silva
País/año:	Mexico - 2016
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El programa experimental incluyó ensayos a flexión de ocho losas cuadradas de concreto de 600 mm de lado y 100 mm de espesor; seis losas con tres dosificaciones diferentes de fibra de acero (5, 9 y 18 kg/m ³ , dos losas para cada dosificación), y dos losas de concreto simple. Para caracterizar las propiedades mecánicas del concreto se realizaron ensayos en compresión, módulo de elasticidad, tensión indirecta y flexión, utilizando 36 especímenes en forma de cilindros y 12 especímenes en forma de vigas.
Objetivo:	Estudiar el desempeño a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero para uso en Vivienda.
Resultados:	Los resultados demostraron que, a diferencia de la carga máxima, las deflexiones en las cargas máxima y última, y la tenacidad en la falla de las losas aumentaron significativamente a medida que se incrementó la dosificación de fibras de acero.
Conclusiones:	La utilización de fibras de acero en losas de concreto sobre terreno en viviendas con cargas menores a 500 kg/m ² , promueve un comportamiento más dúctil de las losas y podrían aumentar la capacidad de resistencia del elemento con una determinada dosificación.
Referencias Bibliográficas	Carrillo, J & Silva, D (2016). Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero. <i>Ingeniería Investigación y Tecnología</i> . volumen XVII (número 3) : 317-330.

Estudio N°14

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido.
Autor(es):	Sotil Levy, Alfredo José; Zegarra Riveros, Jorge Eduardo.
País/año:	Perú – 2015.
Base de Datos:	Repositorio UPC.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El presente estudio se enfocará en el concreto aplicado a losas industriales, las cuales han venido ganando popularidad por su gran desempeño ante solicitaciones cada vez más críticas. Si bien es cierto, existen estudios y ensayos realizados en otros países años atrás, se busca analizar los resultados con componentes locales, tales como materiales de construcción y parámetros ingenieriles utilizados en la práctica nacional. Así mismo, se busca obtener una base de datos para la empresa Maccaferri, teniendo las condiciones de trabajo más cerca a la realidad peruana, logrando la expansión del producto en el mercado nacional.
Objetivo:	Comparar analíticamente las propiedades mecánicas (flexión, compresión, tenacidad) del concreto sin refuerzo respecto al concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y la fibra de acero Wirand ® FF4 (80/60).
Resultados:	En los Resultados de Ensayo a Flexión, se observa que se presenta una notable mejoría utilizando el concreto fibroreforzado. Este aumento de la resistencia a la flexión y flexión equivalente (aporte de la fibra), está dado principalmente por las características de la fibra y la dosificación. Además, La fibra Wirand FF4 al poseer una longitud mayor (6cm), evita que el concreto se separe y falle al ser aplicada la carga completamente vertical sobre la viga. Gracias a esto, la carga que resiste el concreto es mucho mayor a un concreto sin refuerzo.
Conclusiones:	Las fibras de acero son una alternativa preventiva para controlar dichas restricciones enfocadas principalmente a losas o pavimentos de concreto. Estos filamentos proporcionan una mayor energía de rotura, logrando la sustitución de las armaduras de acero convencionales. Por ende, Las fibras metálicas modifican el comportamiento frágil del concreto gracias a los puentes de transferencia de esfuerzos que genera. Se logra ductilizar la falla y controlar la propagación de fisuras.
Referencias Bibliográficas	Sotil, A. , Zegarra, J. (2015). <i>Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido.</i> (Tesis pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima,Peru.

Estudio N°15

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Optimización del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en pisos industriales, basado en análisis experimental y numérico.
Autor(es):	Alejandro Meza de Luna.
País/año:	Mexico -2015.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Varios estudios han demostrado que las fibras de acero y polipropileno, se utilizan con tres objetivos principales: reducir el ancho de fisura, alcanzar un comportamiento dúctil tras el agrietamiento; y contribuir a un mejor control, ya que mejora la resistencia residual, ductilidad y características mecánicas del mismo. El Programa experimental involucra pisos de concreto sin ningún tipo de refuerzo (NF); con fibras de acero tipo Dramix ® con ganchos en sus extremos, las proporciones empleadas fueron de 40 y 60 Kg/m ³ (SFRC 40, SFRC 60 respectivamente); y con fibras de polipropileno tipo recta, marca Euclid ® TUF Strand SF, en dos dosificaciones 4.6 y 6.9 kg/m ³ (PFRC 4.6 y PFRC 6.9 respectivamente).
Objetivo:	Optimizar el empleo del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en diferentes dosificaciones para el uso en losas industriales, estudiando la interacción con el suelo en diferentes terraplenes, buscando su rendimiento mecánico y de costo.
Resultados:	Las curvas carga-deflexión vertical, en las cuales se puede observar un aumento en la ductilidad provocadas por la acción de las fibras. En cuanto a las cargas máximas por flexión, estas son similares para las vigas de SFRC y PFRC. En este caso, se puede observar que las fibras metálicas que tienen ganchos en sus extremos y las de tipo de polipropileno ondulada mostraron el mejor comportamiento pre-fisura y post-fisura. Por ende, el aumento de la cantidad de fibras permite un mejor desempeño post-agrietamiento a flexión.
Conclusiones:	Se concluye que, los concretos reforzados con fibras de acero con ganchos en sus extremos mostraron el mejor comportamiento pre-fisura y post-fisura, le siguen en soporte los hechos con fibras de acero onduladas y por último las fibras de acero dentadas. La forma y longitud de las fibras (p.ej. la relación de aspecto), tanto de acero como sintéticas, tienen influencia en el desarrollo de resistencia a flexión y otras propiedades mecánicas como la ductilidad, ya que la fibra de acero con extremos con ganchos mostró una mejor adherencia con el concreto, Por otra parte, se encontró que algunas fibras mostraron un comportamiento a flexión muy desfavorable, como la fibra de acero dentada y la microfibras, en cuyas vigas se obtuvo una fractura súbita que no se generó ninguna resistencia residual.
Referencias Bibliográficas	Meza, A. (2015). <i>Optimización del concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno en pisos industriales, basado en análisis experimental y numérico.</i> (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma Aguas Calientes. Aguas Calientes, México.

Estudio N°16

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis comparativo teórico y económico, entre fibras sintéticas y de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyadas sobre suelos.
Autor(es):	Cordoba Sibaja, Carlos.
País/año:	Costa Rica – 2015.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Se utilizó un diseño de mezcla de concreto premezclado de la empresa Amco, con una misma resistencia a la compresión ($f'c=27,5$ MPa= 280 kg/cm ²), de descarga directa y con tamaño máximo de agregado 38 mm, al que se le dosificó la fibra macro sintética en 3,5 kg/m ³ , 4,5 kg/m ³ y 6 kg/m ³ y fibra de acero en 20 kg/m ³ y 30 kg/m ³ . Se logró una igualdad en la capacidad residual en las dosificaciones de 6 kg/m ³ de la fibra macro-sintética y 20 kg/m ³ de la fibra de acero.
Objetivo:	Realizar un análisis comparativo teórico y económico, basado en parámetros obtenidos de pruebas experimentales, entre las fibras sintéticas y de acero utilizadas como refuerzo en losas apoyadas sobre el suelo; con el propósito de satisfacer y mejorar las propiedades paralas cuales se utiliza el refuerzo tradicional en este tipo de losas.
Resultados:	Las resistencias al agrietamiento en flexión del concreto patrón y del concreto con fibra macro-sintética no se encuentran diferencias significativas por lo que la incorporación de este tipo de fibra no altera el MR. La incorporación de las fibras de acero Dramix 3D 80/60®, los resultados del esfuerzo de agrietamiento en flexión fueron de 4,07 MPa y 4,11 MPa para las dosificaciones de 20 kg/m ³ y 30 kg/m ³ . No hay diferencias significativas entre los esfuerzos obtenidos por lo que no se evidencia un aporte a la resistencia de agrietamiento en flexión del concreto al aumentar la cantidad de fibra. Este estudio 6 kg/m ³ de fibra sintética X Fiber-54® son equivalentes a 20 kg/m ³ de fibra Dramix 3D 80/60®. Se considera que ambas fibras tienen capacidad estructural ya que aportan a la capacidad de carga post-fisuración de las vigas.
Conclusiones:	Se concluye que, el concreto fibro-reforzado tiene la capacidad de sostener carga después del pico o agrietamiento, manteniendo la integridad del elemento y demostrando la presencia de ductilidad al incorporar fibras metálicas al concreto. Así mismo, se determinó que la capacidad de sostener carga post-fisuración del concreto reforzado con fibra es dependiente de la dosificación de fibras implementada y del tipo de fibra que se utilice. Mientras mayor sea la dosificación mayor es la capacidad de sostener carga residual.
Referencias Bibliográficas	Córdoba, C. (2015). <i>Análisis comparativo teórico y económico, entre fibras sintéticas y de acero, utilizadas como refuerzo en las losas de concreto apoyadas sobre suelos.</i> (Tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Estudio N°17

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Determinación De La Influencia De La Fibra De Acero En El Esfuerzo A Flexión Del Concreto Para Un " $f_c=280 \text{ Kg/Cm}^2$ ".
Autor(es):	Segundo Luis Ortiz Barboza.
País/año:	Perú – 2015.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Se elaboraron 135 especímenes de concreto, de los cuales 35 fueron cilíndricos y 100 prismáticos, para un $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, ensayados a los 28 días tanto a compresión como a flexión. Las propiedades físicas del concreto en estado fresco como consistencia, apariencia, exudación y segregación, así como su peso unitario. y en estado endurecido, resistencia a la compresión y flexión, según la normativa vigente. Los resultados experimentales mostraron una disminución de la consistencia cuando se usó fibra y por ende también una disminución de la trabajabilidad a medida que se incrementa la cantidad de fibra de acero; en cuanto al peso unitario, tanto en estado fresco y endurecido se incrementa moderadamente con la adición de fibras, sin embargo, manteniéndose dentro del rango normal.
Objetivo:	Determinar la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto, para un " $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ ".
Resultados:	Tal como se observa en la tabla y gráfico anteriores, en lo concerniente a la resistencia a la flexión de las muestras elaboradas, los resultados obtenidos indican que a 28 días de edad, la mezcla con la que se obtuvo mejores resultados es la que contiene 70 kg/m^3 de fibra de acero, con la cual se obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 90.28 kg/cm^2 , seguida de la mezcla con adición de 50 kg/m^3 de fibra de acero con una resistencia de 77.78 kg/cm^2 , los especímenes con 30 kg/m^3 de fibra de acero con una resistencia a la flexión de 61.11 kg/cm^2 , todos ellos superando ampliamente a los especímenes de concreto sin fibra de acero que se ha obtenido una resistencia a flexión de 41.40 kg/cm^2 .
Conclusiones:	La adición de fibra de acero al concreto para un $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$, en la resistencia a flexión le genera aumento considerable a medida que se incrementa el porcentaje de fibra de: 47.61%, 87.86%, y 118.07%, para 30 kg/m^3 , 50 kg/m^3 y 70 kg/m^3 , de fibra de acero y 0.9% del peso de cemento de Sikament 290N, respectivamente. Esto nos da a entender, de que las Fibras metálicas están generando un impacto positivo en el comportamiento mecánico del concreto a medida que aumenta su dosificación.
Referencias Bibliográficas:	Ortiz, S. (2015). <i>Determinación De La Influencia De La Fibra De Acero En El Esfuerzo A Flexión Del Concreto Para Un "$f_c=280 \text{ Kg/Cm}^2$".</i> (Tesis Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú.

Estudio N°18

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado.
Autor(es):	Jorge López Roman
País/año:	Mexico – 2015.
Base de Datos:	Ebsco.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El estudio comprende la fabricación de mezclas de concreto con agregado grueso de origen calizo de 3/8” de tamaño máximo, arena andesítica, cemento Portland compuesto resistente a los sulfatos (CPC 40 RS), fibra de acero DRAMIX (RC 65/35 BN) y macrofibra de polipropileno (MAC Matriz). En total se fabricaron ocho mezclas; una sin fibra (mezcla testigo o de referencia), tres con fibras cortas de acero para porcentajes volumétricos de 0.5, 0.75 y 1.0% (0, 40, 60 y 80 kg/m ³) y cuatro con macrofibras de polipropileno para porcentajes volumétricos de 0.25, 0.5, 0.75 y 1.0% (2.3, 4.6, 7.0 y 9.3 kg/m ³).
Objetivo:	Analizar la influencia que genera las fibras de acero y macrofibra de polipropileno en las propiedades del concreto.
Resultados:	Se puede observar los resultados de la tenacidad. A medida que se incrementa el consumo de fibra en la mezcla, la tenacidad aumenta proporcionalmente respecto a la de un concreto sin fibra; los valores de tenacidad más altos son lo que se obtienen con los concretos fabricados con fibra de acero. Cuando se adiciona un porcentaje volumétrico de 0.51% de fibra de acero, la tenacidad aumenta 18 veces más, mientras que con macrofibras de polipropileno 10.5 veces más.
Conclusiones:	La inclusión de fibras de acero y de macrofibras de polipropileno en las mezclas de concreto ayuda de manera sustancial a disminuir la aparición de grietas por contracción plástica; conforme se aumenta el consumo de fibra se logra disminuir en número, espesor y longitud las grietas. Para porcentajes volumétricos iguales de ambas fibras resulta evidente que la macrofibra de polipropileno tiene un mejor desempeño que la fibra de acero para el control de grietas.
Referencias Bibliográficas:	López Román, Jorge. (2015). <i>Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno : influencia del tipo y consumo de fibra adicionado.</i> (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Estudio N°19

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Experimental mechanical characterization of steel and polypropylene fiber reinforced concrete.
Autor(es):	Alejandro Meza de Luna, José Ángel Ortiz Lozano, Lorenzo Peralta Jaime, Jesús Pacheco Martínez, Juan José Soto Bernal, Sabás H. Rangel Martínez, Raudel Padilla Cenicerros.
País/año:	Venezuela – 2014.
Base de Datos:	Scielo.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En este artículo se presentan los resultados de un estudio experimental de caracterización de concretos reforzados con fibras de acero y polipropileno para ser utilizados en pisos industriales, evaluando parámetros como resistencia a compresión, módulo de elasticidad, tenacidad a compresión, resistencia a flexión, tenacidad a flexión, resistencia residual a flexión y energía de fractura. El programa de ensayos de caracterización consistió en la elaboración de probetas cilíndricas y prismáticas de concreto reforzado con fibras incluyendo nueve tipos de fibras: cinco de acero y cuatro sintéticas o de polipropileno.
Objetivo:	Evaluación del comportamiento del concreto con la adición de fibras metálicas y fibras de polipropileno.
Resultados:	En los resultados de Resistencia a flexión se puede observar que en las vigas de concreto SFRC (Concreto reforzado con fibras de acero), las cargas máximas llegan a ser de hasta un 17% mayor con respecto a la viga de referencia sin fibras (NF). Asimismo, un incremento de tenacidad de las vigas de concreto reforzado con fibras respecto a las que no contienen fibras, lo que conlleva al hecho ya bien conocido de que la adición de fibras induce una notable mejora en cuanto a las propiedades de ductilidad del concreto
Conclusiones:	Se llega a la conclusión que, en cuanto a tenacidad: los concretos reforzados con fibras de acero que presentan ganchos en sus extremos mostraron el mejor comportamiento pre-fisura y postfisura, luego le siguen en soporte los hechos con fibras de acero onduladas y por último las fibras de acero dentadas.
Referencias Bibliográficas:	Meza, A., Ortiz, José., Peralta, L., Pacheco, J., Soto, J., Rangel, S., Padilla, R., & Alvarado, J. (2014). Experimental mechanical characterization of steel and polypropylene fiber reinforced concrete. <i>Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia</i> , 37(2), 106-115.

Estudio N°20

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Comparativa de la tenacidad entre hormigón convencional, hormigón reforzado con fibras de acero y hormigón reforzado con fibras de polipropileno.
Autor(es):	Manuel Figueroa Andrade.
País/año:	España – 2013.
Base de Datos:	Ebsco.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	<p>Existen ejemplos bien documentados de que la idea refuerzos con fibras tiene antecedentes de más de 2.000 años, como son las construcciones que antiguamente se realizaban con arcilla mezclada con paja. Desde el comienzo se ha considerado al hormigón de cemento Portland como un material frágil, ya que el hormigón es capaz de resistir esfuerzos de compresión y muy poco a tracción, de tal manera que esa fragilidad se convirtió en una de las razones por las que se comenzó a reforzarlo.</p> <p>Al agregar fibras de refuerzo en la mezcla de hormigón se consigue un compuesto capaz de trabajar a compresión y a tracción. Esto se debe a que las fibras son capaces de ayudar a soportar entre otras las cargas de tracción, incrementando la Tenacidad.</p>
Objetivo:	El objetivo principal es profundizar en el estudio de las fibras como refuerzo en el Hormigón y de esta manera fijar los conceptos que lo caracterizan para ser capaces de definir y justificar actualmente su uso en el sector de la construcción.
Resultados:	<p>En los resultados del Ensayo de Tracción indirecta, se aprecia que el hormigón control al fracturarse se cae en pedazos y las probetas reforzadas con fibras cosen la falla impidiendo su separación en trozos.</p> <p>En los resultados obtenidos para el HRFA se puede observar que no solo se alcanzan los porcentajes, sino que la carga se queda casi constante con valores cercanos al 90% de la carga máxima alcanzada. Este comportamiento se asemeja al fenómeno de fluencia, donde para una carga sostenida el material presenta una deformación constante.</p>
Conclusiones:	Se concluye que, Al comparar el Hormigón convencional con el HRF, este último es capaz presentar una mayor deformación y en algunos casos una carga más elevada incluso después de la fisuración, hasta que falla la adherencia de las fibras. Así mismo, El incremento en la capacidad de absorción de energía proporcionada por las fibras, aumenta la ductilidad del hormigón, mejora el comportamiento a la fisuración y le permite seguir resistiendo cargas después de la aparición de microfisuras, soportando mayores cargas en la estructura.
Referencias Bibliográficas:	Figueroa, A. (2013). <i>Comparativa de la tenacidad entre hormigón convencional, hormigón reforzado con fibras de acero y hormigón reforzado con fibras de polipropileno.</i> (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica Madrid. Madrid, España.

Estudio N°21

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Comportamiento de losas apoyadas en suelo utilizando concreto reforzado con fibras metálicas.
Autor(es):	Alejandro Navas Carro, José Luis Rojas Juárez
País/año:	Costa Rica – 2011
Base de Datos:	Portal de Revistas Académicas.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En este documento se analiza el comportamiento del concreto reforzado con fibras metálicas (SFRC) y se presentan los resultados de diferentes metodologías de diseño para losas apoyadas en el suelo. Específicamente, se estudiaron las metodologías de los códigos de diseño ACI 360R-06 (ACI, 2006) y TR34 (The Concrete Society, 2003) con el fin de reconocer los beneficios que conlleva la utilización del SFRC y poder obtener una mayor eficiencia en su uso.
Objetivo:	Comprobar el comportamiento mecánico del SFRC y compararlo contra los datos de las especificaciones técnicas utilizadas.
Resultados:	Obtenemos como resultado, que el comportamiento de elementos de concreto reforzado con este tipo de fibra metálicas corresponde a un comportamiento suavizado (ablandamiento de tensión) (strain softening), en el cual es claro que con aumentos en la dosificación de fibra se aumenta la capacidad de resistir carga, hecho que se muestra en los valores del índice de flexión residual ($Re,3$) y resistencia última a flexión equivalente ($fctfl,eq3$).
Conclusiones:	Se concluye que, se comprobó que el concreto reforzado con fibras metálicas SFRC presenta una alta capacidad de absorber energía (tenacidad), lo cual demuestra la distribución interna de esfuerzos que se presenta en la sección, producto de la mecánica matriz-fibra existente. Además, Se comprobó la dependencia existente entre la capacidad residual a flexión del SFRC y la dosificación de fibras utilizada en su elaboración, ya que se observó que para los resultados experimentales, la capacidad de carga residual aumentó según aumentó la dosificación.
Referencias Bibliográficas:	Navas, A., Rojas, J. (2011). <i>Comportamiento de losas apoyadas en suelo utilizando concreto reforzado con fibras metálicas</i> . Revista de Ingeniería. (1 y 2): 67-80.

Estudio N°22

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Effects of Fibre Geometry and Volume Fraction on the Flexural Behaviour of Steel-Fibre Reinforced Concrete.
Autor(es):	DV Soulioti,NM Barkoula,A. Paipetis,TE Matikas
País/año:	Grecia – 2011.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Los experimentos incluyen pruebas de compresión y pruebas de flexión de cuatro puntos. Se realizaron pruebas de asentamiento y contenido de aire en hormigón fresco. La tenacidad a la flexión, la resistencia a la flexión y los factores de resistencia residual de las probetas de la viga se evaluaron de acuerdo con la norma ASTM C1609 / C1609M-05. Se observó una mejora en las propiedades mecánicas, en particular la tenacidad, con el aumento de la fracción volumétrica de fibras de acero en el hormigón. Se descubrió que la geometría de la fibra es un factor clave que afecta el rendimiento mecánico del material.
Objetivo:	Este estudio tiene como objetivo estudiar el comportamiento mecánico del hormigón armado con fibras de acero de diferente geometría y fracción volumétrica.
Resultados:	En los resultados de resistencia a flexión del concreto, podemos obtener que, el aumento en la fracción de volumen eleva la resistencia del primer pico, la resistencia máxima, la resistencia residual y especialmente la tenacidad a la flexión. Las mezclas con fibras de punta en forma de gancho (H0.5, H1, H1.5) presentan mayor tenacidad y resistencia residual (F 100,0.50, F100,2.0) que las mezclas con fibras onduladas (W0.5, W1, W1.5).
Conclusiones:	Se concluye que, los especímenes de concreto simple fallaron catastróficamente por una sola grieta y la separación en dos piezas. Por el contrario, las probetas de hormigón reforzado con fibras, incluso aquellas con una fracción de volumen de fibra pequeña (0,5%), retuvieron la capacidad post-fisuración para llevar a cabo cargas. Además, el aumento en la fracción de volumen de las fibras en la mezcla de hormigón aumentó la resistencia del primer pico, la resistencia máxima, la resistencia residual y especialmente la tenacidad a la flexión de las probetas.
Referencias Bibliográficas:	Soulioti, D., Barkoula,N., Paipetis, A. & Matikas, T. (2011). Effects of Fibre Geometry and Volume Fraction on the Flexural Behaviour of Steel-Fibre Reinforced Concrete. <i>An international journal for experimental mechanics</i> . 47, 535–541.

Estudio N°23

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros.
Autor(es):	Abimael Capoy, Omar Chavez, Eduardo Rojas, Jose Gaxiola, Jesus Millan & Divya de la Rosa.
País/año:	Mexico – 2021.
Base de Datos:	Scielo.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En esta investigación se analiza el comportamiento del módulo de ruptura del concreto y su resistencia a la compresión, considerando mezclas con diferentes porcentajes (0.25 %, 0.50 %, 0.75 %, 1.00 %, y 1.50 %) de fibra o polímero incorporado a los especímenes con base en cuatro tipos comerciales de estos: (1) fibra de acero ondulada - (2) fibra de acero con gancho en los extremos - (3) fibra de sintético trefilada, y (4) fibra de sintético ondulada.
Objetivo:	Analizar el comportamiento del concreto en su modulo de Ruptura y resistencia a compresión utilizando fibras de acero y sintéticas.
Resultados:	La mezcla de concreto con mejor desempeño fue la que contenía fibras de acero con ganchos en los extremos, que con una incorporación de 1.50 % alcanzó un MR = 9.8 MPa en un incremento cuasi lineal a partir de 0.75 % de incorporación de la fibra, un comportamiento similar se presentó en la adición de fibra sintética y acero ondulado (Figura 9). Recordemos que el valor del Módulo de Ruptura es un parámetro de diseño esencial en el tema de diseño de pavimentos y control de calidad de los mismos.
Conclusiones:	En general, las fibras de acero utilizadas son recomendadas para aumentar la resistencia a la flexión y resistencia al cizallamiento, de acuerdo con los resultados, la fibra con mejor desempeño es de acero con gancho en los extremos. Sin embargo, el desempeño de las fibras se ve afectado por el tamaño de agregados, la granulometría completa, la relación grava/arena y el revenimiento; debido a que son factores que impidieron un correcto desempeño de las fibras en la mezcla de concreto.
Referencias Bibliográficas:	Campoy, N., Chávez, O., Rojas, E., Gaxiola, J., Millán, J., & Rosa, D. (2021). Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros. <i>Ingeniería, investigación y tecnología</i> , 22(1).

Estudio N°24

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Estudio del comportamiento a la fatiga de una mezcla de concreto para pavimentos reforzada con fibras metálicas.
Autor(es):	D. Ruiz-Valencia, F. Rodríguez, M. León-Neira
País/año:	Colombia - 2017
Base de Datos:	Scielo.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Se diseñó una mezcla de concreto con módulo de rotura de 4.1 MPa a 28 días, a la cual se le dosificaron fibras metálicas de 35 mm de largo y 0.5 mm de diámetro en tres proporciones: 20 kg/m ³ , 40 kg/m ³ y 80 kg/m ³ y se dejó una sin adición correspondiente a la mezcla de control. Los ensayos de fatiga se realizaron sobre 68 especímenes de 100 x 100 x 350 mm, a una frecuencia de 8 Hz, se aplicaron esfuerzos entre el 80% y 90% del módulo de rotura de cada mezcla. Con la distribución de probabilidad Weibull se calcularon las curvas de fatiga con diferentes probabilidades de falla. En los rangos de esfuerzos estudiados, la vida de fatiga no aumenta para contenido de fibras de 20 kg/m ³ y aumenta un 6% para 40 kg/m ³ (0.5%) y 25% para 80 kg/m ³ (1%) comparado con la mezcla control.
Objetivo:	Determinar el efecto de la incorporación de fibras metálicas en concretos para pavimentos en ensayos de fatiga por flexión.
Resultados:	El promedio de la variación de la vida de fatiga en las probabilidades de falla consideradas indica que la vida de fatiga no aumenta en la mezcla con contenido de fibras de 20 kg/m ³ (0.25%), mientras que para la mezcla con 40 kg/m ³ (0.5%) aumenta un 6% y 25% en la mezcla con 80 kg/m ³ (1.0%) con respecto a la mezcla control. Estos resultados muestran el efecto de la incorporación de fibras metálicas en el concreto en la vida a fatiga, lo cual se traduce en un mejor desempeño ante cargas cíclicas a partir de contenidos de fibras metálicas superiores a 40 kg/m ³ (0.5%).
Conclusiones:	Se concluye que, La incorporación de fibras metálicas en los concretos para pavimentos no aumenta la vida de fatiga para contenidos de fibras metálicas de 20 kg/m ³ (0.25%), mientras que aumentó un 6% para 40 kg/m ³ (0.5%) y 25% para 80 kg/m ³ (1%) con respecto al concreto sin fibras en promedio. Las pendientes de las curvas de fatiga aumentan con la inclusión de fibras metálicas en el concreto, de no ser por el aumento del módulo de rotura del concreto por la inclusión de fibras metálicas, la vida a fatiga no tendría mejoras con respecto a la mezcla control.
Referencias Bibliográficas:	Ruiz, D., Rodríguez, F & León, M. (2017). Estudio del comportamiento a la fatiga de una mezcla de concreto para pavimentos reforzada con fibras metálicas. <i>Revista Ingeniería de Construcción</i> . 32 (2): 45-58.

Estudio N°25

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales.
Autor(es):	Marco Eduardo Montalvo Guevara.
País/año:	Perú – 2015.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El fin este documento es presentar el concreto reforzado con fibras como alternativa de solución para mejorar el comportamiento del concreto; ya que sus diversas aplicaciones hacen que sea uno de los productos más solicitados por las ventajas que aportan al concreto. Las principales mejoras que proporciona la adición de fibras al concreto son la disminución de fisuras en la contracción plástica como endurecida y la resistencia a tracción aumenta de manera considerable.
Objetivo:	Comparar de manera teórica las propiedades mecánicas: flexión, compresión, modulo elástico y físicas del concreto sin refuerzo y el concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF1, como también comparar sus espesores.
Resultados:	En la discusión de resultados obtenemos que, con el pavimento reforzado con fibras se ahorraría 11 cm de espesor para este proyecto, de manera económica, pavimentación tradicional costaría S/. 24 393 750, sin embargo, el costo del pavimento fibroreforzado es de S/. 21 149 375, un ahorro de S/. 3 244 375 que equivale el 13%, por otro lado, el pavimento reforzado con mallas de acero cuesta S/. 30 018 750.
Conclusiones:	Las fibras tienen una ventaja con respecto a las losas de concreto simple, ya que contribuyen en todo su espesor gracias a la distribución tridimensional de las fibras dándole al piso una mayor resistencia a las solicitaciones de carga durante su vida útil.
Referencias Bibliográficas:	Montalvo, M. (2015). <i>Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales</i> . (Tesis Pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Perú. Lima, Perú.

FIBRAS SINTETICAS

Estudio N°1

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Mejora de la capacidad de carga del pavimento de hormigón losas que utilizan fibras macrosintéticas.
Autor(es):	Eisa, M.S.; Basiouny, M.E.; Youssef, A.M.
País/año:	Egipto - 2021
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Este estudio presenta los resultados de una investigación del efecto del refuerzo de fibras macrosintéticas (MSF) sobre la capacidad de carga de las losas de pavimento de hormigón. Seis losas de hormigón con dimensiones de 800× 800 × 50 mm ³ se prepararon y probaron bajo cargas estáticas en tres posiciones diferentes: interior, borde y esquina de la losa. Tres de las losas eran de cemento Portland (PCC) y estaban preparadas como referencia. Las otras tres losas eran de hormigón armado con macrofibras sintéticas (MSFRC). Las propiedades mecánicas examinadas en este estudio incluyeron resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por división, resistencia a la flexión y módulo de elasticidad y ductilidad de PCC y MSFRC.
Objetivo:	Análisis del efecto de las fibras macro sintéticas (MSF) en el refuerzo de la capacidad de carga de losas de pavimento de hormigón
Resultados:	La adición de MSF aumentó la resistencia a la flexión del PCC en un 33% aproximadamente, esto puede darse por el puente que se produce en la matriz cementicia y restringe el crecimiento de las grietas y los anchos de éstas, asimismo, en comparación a la PCC los especímenes con MSF no tuvieron un colapso repentino sino las cargas se transfirieron al MSF teniendo como consecuencia un retraso en la falla. Se presenta un mecanismo esencial que permite una mayor carga colapsada para losas MSFRC se asoció con la capacidad de las fibras para enganchar una gran proporción de la losa de hormigón en llevar y distribuir la carga incluso después de que se produzca el agrietamiento
Conclusiones:	Se concluye que, la adición de MSF a la mezcla de hormigón redujo la trabajabilidad del hormigón fresco. Además, la densidad del hormigón no se vio afectada principalmente por la adición de MSF. La resistencia a la tracción de división, la resistencia a la flexión y el módulo elástico de MSFRC en 28 días se incrementaron en un 20,5%, 33% y 6%, respectivamente, en comparación con PPC La capacidad de carga de la losa de PCC se mejoró considerablemente con la adición de MSF. Incorporar MSF podría utilizarse con propiedades mecánicas satisfactorias para Aumentar la capacidad de carga y la ductilidad de losas de pavimento rígido.
Referencias Bibliográficas	Eisa, Mohamed S., Mohamed E. Basiouny, & Ahmed M. Youssef 2021. "Improvement of Load Carrying Capacity of Concrete Pavement Slabs Using Macro Synthetic Fibers" Coatings 11, no. 7: 833.

Estudio N°2

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis de costos y tiempos para la construcción de la placa en concreto del concesionario automotriz ford av Boyacá 170-97 con la inclusión de macrofibras sintéticas y la Implementación de la metodología bim
Autor(es):	Luis Alberto Álvarez Zuluaga; Yudy Maribel Silva Siempira
País/año:	Colombia - 2020
Base de Datos:	Universidad Católica De Colombia
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Verificar la alternativa económica para el uso de concreto con la inclusión de macro fibras sintéticas como reemplazo de la malla electro soldada en la construcción de la placa de contrapiso del concesionario Ford de la Av. Boyacá con 170; adicionalmente y mediante la implementación de la modelación BIM desarrollar la simulación general del proceso constructivo del proyecto
Objetivo:	Analizar el costo y tiempo en la implementación de macro fibras sintéticas en los concretos de losas de contrapiso empleando la metodología BIM.
Resultados:	Añadiendo FIBRAPLAS CONCRETE DE ABACOL con una dosificación de 3.2 kg/m ³ de concreto, esto costaría \$618,818,188.46, Asimismo, utilizando FIBRA FORTA DE COPROPISOS con una dosificación de 3.5 kg/m ³ de concreto tendría un costo de \$ 631,611,633.24. de igual forma, la FIBRA MAXTEN DE TOXEMEN considera una dosificación de 1.8 kg/m ³ teniendo un costo de \$628,459,347.24, por otro lado, la FIBRA SIKAFIBER AD DE SIKA considera utilizar una dosificación de 1kg/m ³ llevando a un costo de \$618,265,372.50 y por último se evaluó considerar FIBRA TUF STRAND SF DE TOXEMEN con una dosificación de 2.5 kg/m ³ llevando un costo de \$655,391,960.64. el tiempo previsto de ejecución con cualquier fibra es de 129 días, asimismo las dosificaciones consideradas para cada tipo de fibra son según lo que recomienda el fabricante y su ficha técnica.
Conclusiones:	Después de hacer el análisis para la incorporación de las macrofibras en el concreto, se encontró la diferencia entre los presupuestos, demostrando que de las cinco macrofibras analizadas tres presentan un menor costo, dando un promedio del 1.18% de diferencia económica vs la malla electrosoldada. El uso de macrofibras sintéticas ya que el costo de su implementación es más bajo y se reduce el tiempo de ejecución de las placas de piso del proyecto.
Referencias Bibliográficas	Álvarez-Zuluaga, L. A. & Silva-Siempira Y. M. (2020). <i>Análisis de costos y tiempos para la construcción de la placa en concreto del concesionario automotriz Ford Av Boyacá 170-97 con la inclusión de macrofibras sintéticas y la implementación de la metodología BIM</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. Especialización en Gerencia de Obras. Bogotá, Colombia

Estudio N°3

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis de la correlación del módulo de rotura (m_r) v.s. La resistencia a tracción indirecta (f'_t) y compresión (f'_c) de Concreto $f'_c = 280, 300, 350, 420 \text{ kgf/cm}^2$ para pavimento rígido con Fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días De edad en la av. Metropolitana de la ciudad de Arequipa.
Autor(es):	Flores Curasi, Yurela Vanesa; Mendoza Huaraychiri, Juan Carlos
País/año:	Perú – 2019.
Base de Datos:	Repositorio Universidad Católica de Santa María
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Optimizando el espesor de losas de concreto hidráulico y un ahorro en los costos de materiales al obtener una ecuación que predice el Módulo de Rotura (MR) en el diseño de pavimentos rígidos para concreto convencional y concreto con adhesión de fibras metálicas, micro y macro fibras de polipropileno.
Objetivo:	correlación existente entre la resistencia a la compresión (f'_c), la resistencia a la tracción indirecta (f'_t) y el módulo de rotura (MR) para pavimentos urbanos a los 7, 14 y 28 días de edad mediante el uso de fibras metálicas y de polipropileno
Resultados:	los espesores de losas de concreto y sus propiedades mecánicas en estado endurecido. Las micro fibras presentan mejor desempeño a la compresión a los 28 días de edad, que las macro fibras de polipropileno. Las fibras metálicas tuvieron el mejor desempeño para la resistencia a la flexión, seguido de las macro y micro fibras de polipropileno, respectivamente.
Conclusiones:	La utilización de fibras metálicas y de polipropileno optimizan los espesores de pavimento rígido, pero no se logra reducir el costo en la partida de concreto premezclado, ya que el costo de las fibras compensa la optimización del espesor. Las dosificaciones óptimas para nuestra investigación fueron de 1 kgf/m^3 Para micro fibras de polipropileno, 4 kgf/m^3 para macro fibras de polipropileno y de 30 kgf/m^3 para fibras metálica. El espesor de la losa de pavimento rígido de concreto convencional se redujo de 31 cm a 29, 28, 27 y 25 cm con el uso de macro fibras de polipropileno (SIKA FIBER FORCE PP-48) para las resistencias de $f'_c = 280, 300, 350$ y 420 kgf/cm^2 respectivamente. El aumento de los costos entre presupuestos, radica en la partida de premezclado, ya que la reducción de espesor se compensa con el costo de las fibras y su dosificación por m^3 de mezcla.
Referencias Bibliográficas	Flores Curasi, Y. V., & Mendoza Huaraychiri, J. C. (2020). <i>Análisis de la correlación del modulo de rotura (m_r) V.S. la resistencia a tracción indirecta (f'_t) y compresión (f'_c) de concreto $f'_c = 280, 300, 350, 420 \text{ kgf/cm}^2$ para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 y 28 días de edad en la Av. Metropolitana de la ciudad de Arequipa.</i> Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú.

Estudio N°4

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos.
Autor(es):	Huamán Guerrero, Néstor Wilfredo; Vargas Ortiz, Guadalupe Brigitte; Yataco Barreda, Alvaro Gustavo
País/año:	Perú - 2020
Base de Datos:	Repositorio Universidad Ricardo Palma
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	La investigación evaluó la influencia de las fibras de acero y fibras de polipropileno en la resistencia a flexión del concreto para pavimentos rígidos mediante la revisión de investigaciones a nivel nacional e internacional, con la finalidad de dar una alternativa para mejorar la resistencia a la flexión y reducir el fenómeno de fisuración en el concreto, dando como resultado pavimentos rígidos que cumplan con el nivel de servicio durante su vida útil.
Objetivo:	Analizar la influencia de la adición de fibras de acero y polipropileno en la resistencia a flexión del concreto usado en pavimentos rígidos, en base a los resultados de investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional, para disponer de información organizada y comparativa del uso de fibras.
Resultados:	Concreto hidráulico reforzado con macrofibras de polipropileno, Existe una alta correlación entre el incremento porcentual de la resistencia a la flexión del concreto respecto a la dosificación de macrofibras de polipropileno que se le adicione. La dosificación óptima de macrofibras de polipropileno recomendada en esta investigación es de 5 Kg/m ³ , ya que valores superiores a esa dosificación ya no logran un mayor incremento porcentual en la resistencia a flexión del concreto. Por otro lado, el concreto hidráulico reforzado con microfibras de polipropileno, El máximo incremento porcentual de la resistencia a flexión del concreto con microfibras de polipropileno es del 12% como promedio, y del 8% en forma conservadora, lo que se logra con dosificaciones de microfibras de polipropileno entre 0.45 a 0.90 Kg/m ³ , La dosificación óptima de microfibras de polipropileno recomendada en esta investigación es de 0.45 Kg/m ³ , ya que a partir de esos niveles ya no se logra mayor incremento porcentual en la resistencia a flexión del concreto, valores mayores a 0.9 kg/m ³ afecta la trabajabilidad del concreto.
Conclusiones:	Se concluye que, el máximo incremento porcentual de la resistencia a flexión del concreto hidráulico reforzado con macrofibras de polipropileno es del 18 % para una dosificación óptima de macrofibras de 5 Kg/m ³ ; y para el caso de microfibras de polipropileno, el incremento es del 12 % para una dosificación óptima de microfibras de 0.45 Kg/m ³ . Los pavimentos hidráulicos reforzados con fibras de polipropileno, son hasta 25% más económicos que los pavimentos reforzados con malla de acero.
Referencias Bibliográficas	Huaman, N., Vargas, G. & Yataco, A. (2020). <i>Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.

Estudio N°5

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Implementación de macro-fibras sintéticas para mejorar la tenacidad de losas rígidas de estacionamiento del proyecto multifamiliar Córdova, Miraflores, Lima, 2019.
Autor(es):	Dolores Pimpincos, Claudia Martha
País/año:	Perú - 2019
Base de Datos:	Repositorio Universidad Cesar Vallejo
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El nivel de investigación es transversal explicativo con un diseño de investigación cuasi-experimental, en la cual se elaboraron 18 probetas viga y 18 probetas cilíndricas, la población empleada son las losas rígidas de estacionamiento; Se utilizó dosificaciones de 0kg/m ³ , 5kg/m ³ y 7kg/m ³ de macro-fibra sintética, cada uno de ellos fueron determinados con sus respectivos ensayos: a flexión y de doble punzonamiento, todo ello para poder determinar en cuanto se incrementa el área debajo de la curva carga Vs deflexión. Por lo tanto, se concluye que las macro-fibras sintéticas influyen de manera positiva para mejorar la tenacidad al ser incorporadas en el concreto, teniendo una gran mejora en la curva carga-flecha para el ensayo a flexión en vigas,
Objetivo:	Determinar de qué manera influye la implementación de macro-fibra sintéticas para mejorar la tenacidad de losas rígidas de estacionamiento del proyecto multifamiliar Córdova, Miraflores, Lima, 2019.
Resultados:	TENACIDAD POR ÁREA BAJO LA CURVA CARGA-FLECHA (Flexión) A los 28 días, Para el concreto patrón se obtiene una tenacidad equivalente al 100% de la tenacidad. Para el concreto + macro-fibras (5kg/m ³) aumentando en un 606.99% la tenacidad respecto al concreto patrón y para el concreto + macro-fibras (7kg/m ³) aumentando en un 813.37% la tenacidad respecto al concreto patrón. Por ello es importante afirmar que las macrofibras añadidas implican un gran aporte a la integridad del elemento.
Conclusiones:	Se ha determinado que las macro-fibras sintéticas influyen de manera positiva para mejorar la tenacidad al ser incorporadas en el concreto, teniendo una gran mejora en la curva carga-flecha para el ensayo a flexión en vigas, Es decir, las macro-fibras sintéticas en las dosificaciones utilizadas contribuyen a la implementación de la tenacidad en gran parte. Por lo tanto, las macro-fibras sintéticas influyen de manera significativa para mejorar la curva carga-flecha al ser incorporada al concreto para cargas puntuales a flexión da una mejora en la tenacidad, Es importante afirmar que este material aporta a la integridad del elemento observando claramente una gran mejora de la tenacidad del concreto a los 28 días, con la proporción de 7 kg/m ³ .
Referencias Bibliográficas	Dolores, C. (2019). <i>Implementación de macro-fibras sintéticas para mejorar la tenacidad de losas rígidas de estacionamiento del proyecto multifamiliar Córdova, Miraflores, Lima, 2019.</i> (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Estudio N°6

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Aplicación de fibras sintéticas para mejorar la resistencia del concreto, en losas del Jr. Túpac Amaru, distrito de Cajatambo-Lima 2019.
Autor(es):	Cano Saavedra Jean Carlos
País/año:	Perú - 2019
Base de Datos:	Repositorio Universidad Cesar Vallejo
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Se plantea un concreto convencional y 3 concretos en dosis de 500gr/m ³ + 300ml de aditivo acelerante, 600gr/m ³ + 300ml y 700gr/m ³ + 300ml basado en recomendación del fabricante del producto SIKAFIBER PE, que en su hoja técnica especifica 600gr/m ³ , en los mismos que se pretende determinar la mejora en términos de esfuerzo a tracción y compresión con respecto al concreto convencional que no contiene adiciones. en estado plástico, el asentamiento, exudación y contracción plástica se ven reducidos significativamente, además de mencionar que la temperatura no se ve alterada por la fibra manteniéndose constante. En estado endurecido se presenta una leve mejora en cada dosis, sin embargo, en dosis de 700gr/m ³ decae respecto de dosis 600gr/m ³ , indicativo de que a mayor dosis de la indicada por el fabricante decae la resistencia. En esfuerzo a tracción las mejoras son más notorias y presenta mejores resultados. Se concluyó que la fibra en términos de esfuerzo influye muy levemente, puede actuar como refuerzo secundario ayuda a reducir la fisuración significativamente y lo convierte en un concreto más compacto.
Objetivo:	Determinar la influencia de la aplicación de fibras sintéticas en la resistencia del concreto en losas en el Jr. Túpac Amaru en el distrito de Cajatambo-Lima 2019.
Resultados:	No se evidencia un aumento significativo en esfuerzo a tracción a los 28 días respecto del concreto sin adiciones aumentando 1.2% en el caso del concreto con 500gr +300ml, 1.8% en el concreto de 600 gr+ 300ml y un 2.3% en el caso del concreto de 700gr + 300ml respecto del concreto convencional. El concreto que mostro mejor comportamiento a tracción fue el de 700gr de fibra + 300ml de aditivo acelerante, debido a obtener un 14.5 % de la resistencia a compresión.
Conclusiones:	Se concluye que, el uso de las fibras mejora el comportamiento del concreto al reducirse la fisuración por contracción, la exudación neutralizándose el ascenso de agua hacia la superficie, no existe interferencia de las fibras en el proceso de hidratación del cemento, además de no afectar la temperatura. En cualquiera de las dosis se presenta mejoras con respecto a las características físicas del ambiente, sin embargo, en la dosis de 500 y 700gr/ se evidencia un declive en la resistencia. La adición de las fibras en las distintas dosis y el aditivo acelerante en dosis mínima, permite reducción de vacíos y menor absorción convirtiéndolo en un producto más compacto y más durable.
Referencias Bibliográficas	Cano, J. (2019). <i>Aplicación de fibras sintéticas para mejorar la resistencia del concreto, en losas del Jr. Túpac Amaru, distrito de Cajatambo-Lima 2019.</i> (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Estudio N°7

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Uso de la fibra sintética en el concreto estructural para edificaciones.
Autor(es):	Andrés Ramírez Gómez; Cesar Stiveen Gutiérrez Almario; Juan Miguel Granados Valderrama
País/año:	Colombia - 2019
Base de Datos:	Repositorio de Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	la consulta de fuentes acerca de las propiedades físicas y químicas de esta fibra. El inicio del uso a nivel mundial en materia de fibras sintéticas se da en Japón, lugar de varias empresas que fabrican y comercializan este material como refuerzo del concreto. La investigación llevó a la Universidad de Michigan, donde el director de investigaciones, el doctor Víctor Li, también avanzaba en el estudio del comportamiento y usos del concreto reforzado con fibra sintética, lo cual brindó la motivación para creer que el camino escogido era el correcto.
Objetivo:	Objeto de estudio principal son elementos como vigas y placas de entre piso, cuyo estudio de diseño y proceso constructivo está acorde con las normas vigentes colombianas tales como la NSR-10.
Resultados:	la implementación de las fibras en la construcción vertical de orden habitacional, se trabajó con tres cantidades de fibra sintética agregadas a un concreto convencional apoyados en anteriores investigaciones: Se observa una reducción de la resistencia a la compresión para los diseños de mezcla con respecto a 8 y 12 kg/m ³ , donde se demuestra que la dosificación óptima es de 4 kg/m ³ Se evidencia la reducción de las fuerzas sísmicas, reducción del tamaño de la cimentación, aumento de la ductilidad y de la durabilidad del concreto reforzado con fibra sintética gracias a la reducción de la probabilidad de fisuras. De acuerdo con la cantidad de fibra sintética, se observa que se pueden generar planos de falla o se reduce la resistencia a esfuerzo de compresión para valores de fibra mayores a 4 kg/m ³ .
Conclusiones:	al aumentar la cantidad de fibra sintética por encima de los 4 Kg/m ³ se reduce la resistencia del concreto, posiblemente debido a la aparición de nuevos planos de falla y vacíos entre la fibra y el concreto. Sin embargo, tras realizar varios ensayos se evidenció que las mayores resistencias mecánicas se presentaron para una dosificación de fibra sintética de 4 Kg/m ³ . Teniendo en cuenta los procesos constructivos para la ejecución de puentes, túneles, vías, placas de entrepiso, de contrapiso, tanques, estructuras portuarias, plantas de tratamiento y demás, al reforzar cada elemento con fibras sintéticas de acuerdo con la cantidad calculada y efectiva se determina la optimización de recursos para la construcción en usos residenciales, comerciales, industriales y de transporte.
Referencias Bibliográficas	Ramírez, A., Gutiérrez, C. y Granados, J. (2019). Uso de la fibra sintética en el concreto estructural para edificaciones. <i>Redes de Ingeniería</i> . 10(1), 34-42.

Estudio N°8

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019
Autor(es):	Hernando Tazza, Angelo Israel; Huamani Quispe, Nahúm Jeremías
País/año:	Perú - 2019
Base de Datos:	Repositorio Universidad Cesar Vallejo
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	La presente investigación está basada en el comportamiento del concreto estructural, debido a que los pavimentos presentan grietas y fisuras y no alcanzan su vida útil, por ende, se utiliza la adición de fibras de polipropileno en diferentes cantidades a fin de mejorar las propiedades del concreto. Para resolver todo lo mencionado se hicieron una serie de ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos y laboratorio de concreto tales como; proctor modificado, clasificación de suelos, granulometría de agregado grueso, granulometría de agregado fino, peso específico del agregado grueso y fino, peso unitario de agregado grueso y fino según la norma técnica peruana (n.t.p) y la norma astm. para los ensayos de resistencia a compresión y flexión han sido conformados en 4 grupos.
Objetivo:	El objetivo general de la investigación es saber cómo influye las fibras de polipropileno en losas de pavimento rígido para la resistencia a compresión, flexión y en costo.
Resultados:	En el análisis de resultados de los ensayos de resistencia a flexión, se muestra las resistencias máximas a flexión con las diferentes dosificaciones cantidades de fibra, entonces decimos que nuestra máxima resistencia obtenida en 28 días es con 600gr de fibra de polipropileno alcanzando así una resistencia de 41.55kg/cm ² . Ademas, en el análisis de costo material en base a 1m ³ , podemos ver que el costo de material por metro cubico disminuye significa menta en base al concreto patrón 1.82% con respecto a 600gr/m ³ fibra, 3.86% con respecto a 400gr/m ³ fibra, 5.91% con respecto a 20gr/m ³ de fibra de polipropileno.
Conclusiones:	Se obtuvo la máxima resistencia a flexión con las diferentes cantidades de fibra de polipropileno dado como resultado lo siguientes valores grupo GA obtuvo una resistencia de 37.35kg/cm ² , GB 39.90kg/cm ² , GC 38.20kg/cm ² y finalmente el grupo GD alcanzo una resistencia de 41.55 kg/cm ² por ende decimos que al incorporar la fibra de polipropileno si influye en la resistencia a flexión son respecto aun concreto sin fibra. El grupo D que tenía la cantidad de 600kg/m ³ fue la que alcanzo la máxima resistencia con un valor de 41.55 kg/cm ² a los 28 días. Se concluye que la adición de fibra de polipropileno reduce el costo en 1.82% al adicionar 600gr/fibra de polipropileno, 3.85% al adicionar 400gr/m ³ de fibra y 5.91% al adicionar 200gr/m ³ de fibra de polipropileno.
Referencias Bibliográficas	Hernando, A., Huamani, N. (2019). <i>Diseño de losa de concreto para pavimento rígido adicionando fibras de polipropileno Av. Áncash El Agustino 2019</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Estudio N°9

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto.
Autor(es):	Leidy Marcela Vega Mesa.
País/año:	Colombia – 2019.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El proyecto consiste en evaluar el aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto diseñado para pavimentos rígidos mediante la revisión de investigaciones publicadas en revistas indexadas nacionales. Para el desarrollo de la investigación es necesario conocer los requerimientos técnicos para el diseño de mezcla de concretos sin adición de fibras y los ensayos de laboratorio definidos para evaluar el módulo de rotura del concreto mediante la revisión de las especificaciones generales de construcción de carreteras y normas para materiales de carreteras del INVIAS específicamente el artículo 500-13 “Pavimento de concreto hidráulico”.
Objetivo:	Evaluar el aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto mediante revisión bibliográfica en diferentes investigaciones realizadas a nivel nacional.
Resultados:	En lo referente a la resistencia a la flexión, sí se registraron valores por encima de la muestra con concreto sin adición de fibra la cual obtuvo un valor de 3.0MPa. Dentro de los resultados obtenidos para las probetas con adición de fibras la de mejor resistencia fue la de fibras de polipropileno alcanzando una resistencia a la flexión de 3,569 MPa a los 28 días, lo que representa un aumento del 18,95% de resistencia a la flexión con respecto a la muestra patrón, para las demás adiciones de fibras los resultados fueron de 3,073 MPa y 3,108 MPa.
Conclusiones:	El uso de las fibras en la construcción de los pavimentos rígidos se realiza con el fin de aumentar la vida útil de los pavimentos y reducir los costos de construcción y mantenimiento, ya que si se incrementa el módulo de rotura del concreto con el aporte de las fibras, se pueden llegar a reducir los espesores de las losas de concreto desde el diseño y al aumentar la tenacidad del concreto se aumenta la capacidad de resistir cargas aun después del fisuramiento de las losas, incrementando su capacidad de deformarse. La incorporación de fibras en el concreto a fin de obtener una mayor disipación de energía, es tal que el concreto logra seguir trabajando aún después de la aparición de la primera fisura, pues los ensayos demuestran que gracias a las fibras el concreto posee mayor resistencia residual.
Referencias Bibliográficas	Vega, L. (2019). <i>Aporte de las fibras sintéticas y metálicas en el módulo de rotura del concreto</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

Estudio N°10

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmagro – huachipa – lima.
Autor(es):	Jamil Isaac Chahua Sotomayor & Pedro Hugo Huayta Orrego.
País/año:	Peru – 2018.
Base de Datos:	Repositorio USMP
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Se realizaron los ensayos en los agregados para determinar la resistencia en un concreto patrón de 280kg/cm ² primero y luego en un concreto donde se le adiciona la fibra sintética estructural en una dosificación de 1kg y 3kg por m ³ en viguetas y 3kg y 4kg por m ³ en probetas, se ensayaron a los 3 días y 14 días, respectivamente, obteniendo así una comparación entre estas.
Objetivo:	Evaluar la influencia de la fibra sintética estructural para optimizar el diseño de un pavimento rígido en la nueva planta Farmagro – Huachipa – Lima.
Resultados:	En los resultados de Los ensayos de Resistencia a flexión del concreto reforzado con fibras sintética, se puede observar que, mientras más es la dosificación que se le agrega al concreto, esto conlleva a que su módulo de rotura aumente. En el gráfico 8 se observa que el módulo de rotura con una dosificación de 3kg/m ³ en las viguetas fue mucho mayor al valor estimado del diseño.
Conclusiones:	En los ensayos a flexión, observa según los datos obtenidos que la fibra sintética estructural Barchip MQ58, cumple con los requisitos de diseño establecidos, por lo cual puede sustituir al acero en el diseño de un pavimento rígido, cumpliendo con el diseño establecido, ya que, al adicionar las fibras, se genera mayor tenacidad. El cuadro comparativo del pavimento con fibra sintética versus acero, nos indica que obtenemos 4% de ahorro en el costo si se emplea la fibra sintética.
Referencias Bibliográficas	Chahua, J & Huayta, P. (2018). <i>Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmagro – huachipa – lima</i> . (Tesis Pregrado). Universidad San Martín de Porres. Lima, Peru.

Estudio N°11

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Evaluación del remplazo de acero tradicional por fibras sintéticas como refuerzo en losas de concreto.
Autor(es):	Machuca Suarez, Cesar.
País/año:	Colombia – 2018.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Este es un informe que resulta de la realización del proyecto de grado para optar a título de ingeniero civil, que se desarrolló con el fin de optimizar tiempo y costo en la empresa Gran Tierra Energy de Colombia ubicada en el Valle del Magdalena Medio, en él, se exploró acerca de su funcionamiento, fortalezas y debilidades por medio de un ensayo de laboratorio, el cual se utilizaron diferentes dosificaciones de fibra sintética como reemplazo del acero tradicional en el concreto, donde fueron expuestos a fuerzas como compresión y tensión reflejando así la resistencia, que posteriormente fue aplicada en las losas ubicadas dentro del campo y se cumplió con las especificaciones requeridas. Este procedimiento permitió recolectar información relevante para el área de obras civiles, específicamente en las losas de concreto que son sometidas a cargas por los equipos de perforación, Finalmente se realizó el respectivo análisis del procedimiento, en el cual se encontró que gracias al reemplazo de componentes tradicionales existe una mayor resistencia y optimización de costos que favorecen a la compañía.
Objetivo:	Determinar la influencia de la adición de fibras sintéticas en el concreto empleado para losas de concreto para cimentaciones en el proyecto Valle del Magdalena Medio.
Resultados:	A partir de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio se verifica que la dosificación que cumple el estándar de resistencia a la flexión es la de 3 kg/m ³ y esta constituye nuestra recomendación de dosificación para la elaboración de los concretos para las losas a construir.
Conclusiones:	Se concluye que, el empleo de fibras sintéticas en las mezclas de concreto modifica su consistencia. La masa unitaria y el contenido de aire atrapado se modifican ligeramente. Por su parte, los consumos de fibras de polipropileno igual o mayor a 3 kg/m ³ de concreto, reducen en forma importante el agrietamiento por contracción plástica. Por lo tanto, Al usar las fibras sintéticas se contrarrestan casi en su totalidad las fisuras causadas por la contracción plástica y reduce el ancho de estas a menos de 0,05mm, las cuales son imperceptibles a simple vista
Referencias Bibliográficas	Machuca, C. (2018). <i>Evaluación del remplazo de acero tradicional por fibras sintéticas como refuerzo en losas de concreto</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia.

Estudio N°12

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electrosoldada en hormigones para pavimentos industriales.
Autor(es):	Constanza Andrea Zamorano Morales.
País/año:	Chile – 2018.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	<p>La presente investigación fue realizada en la Universidad Andrés Bello, sede República.</p> <p>Para realizar dicha investigación primero se caracterizaron los tipos de macrofibras disponibles utilizadas en pavimentos industriales, como refuerzo en reemplazo de la malla electrosoldada, luego se analizaron técnicamente ambas soluciones y por último se estima un porcentaje de ahorro para la construcción de dichos pavimentos, de esta manera, se desarrolla el análisis técnico económico y se encuentra la solución apropiada para los pavimentos de hormigón industriales antes mencionada.</p>
Objetivo:	Realizar un análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electro-soldada en hormigones para pavimentos industriales.
Resultados:	En los resultados de comparación economía de fibras sintética de polipropileno vs malla electrosoldada, se puede apreciar que claramente existe un ahorro económico en el uso de macro fibra de polipropileno en los pavimentos de hormigón, ya que la solución de malla electro soldada aumenta considerablemente con sus materiales y manos de obra.
Conclusiones:	En conclusión, se sugiere que la incorporación de macro-fibra en los PHI, sobre la malla electro-soldada como refuerzo, satisfacen tanto a la constructora o constructor y al mandante o dueño de los proyectos a construir, donde les dará la confianza de un buen material, que los va a satisfacer tanto económica como técnicamente. Por estas razones, la aplicación de dicha solución está en incremento a nivel mundial y cada vez se incorpora más a nuestro país, sobre todo en pavimentos industriales de hormigón.
Referencias Bibliográficas	Zamorano, A. (2018). <i>Análisis técnico económico de la incorporación de macrofibras de polipropileno en reemplazo de malla electrosoldada en hormigones para pavimentos industriales.</i> (Tesis Pregrado). Universidad Andrés Bello. Santiago de Chile, Chile.

Estudio N°13

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Caracterización del comportamiento de hormigones reforzados con fibras sintéticas frente a cargas de punzonamiento.
Autor(es):	Felipe Alfonso Poo Morales.
País/año:	Chile – 2018.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En esta memoria se estudia la respuesta de los hormigones reforzados con fibras frente a ensayos de punzonamiento, además, se buscará evidenciar la influencia de la flexión (falla frágil) en los ensayos de punzonamiento, para esto, se fabricarán un total de 45 muestras con tres cuantías de fibras sintéticas Barchip48 (4, 8 y 12 Kg/m ³). Las muestras tendrán una base fija de 300x300 [mm] variando su altura (50, 100 y 150 [mm]), obteniendo así 5 muestras para cada dosificación y altura de la muestra.
Objetivo:	Caracterizar el comportamiento de hormigones reforzados con fibras sintéticas frente a cargas de punzonamiento.
Resultados:	Dentro de los resultados obtenidos de las muestras de 150 [mm] de altura, presentadas en la Ilustración 14, se observa un mayor efecto de flexión siendo, nuevamente, más estable la dosificación de 12 kg/m ³ de cuantía de fibras. Además, se observa un aumento de la carga máxima de flexión y de la energía residual, aumentando su resistencia después del agrietamiento cuando empiezan a trabajar las fibras.
Conclusiones:	Se concluye que, la adición de fibras dentro de la matriz cementicia ayudan a controlar las aperturas de grietas y/o Fisuras que se generan dentro del elemento estructural por la constante carga que soporta. Respecto a la resistencia al corte los resultados más uniformes se obtienen en las muestras de 100 [mm] de altura con un valor de 1,04 y 1,03 [N/mm ²] para 8 y 12 kg/m ³ de contenido de fibras, en cambio en las muestras de 150 [mm] de altura la resistencia al corte va aumentando a medida que se aumenta el contenido de fibras de forma logarítmica con respecto al contenido de fibras.
Referencias Bibliográficas	Poo, F. (2018). <i>Caracterización del comportamiento de hormigones reforzados con fibras sintéticas frente a cargas de punzonamiento</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María. Valparaíso, Chile.

Estudio N°14

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Influencia del acero y las fibras macro sintéticas en las propiedades del hormigón.
Autor(es):	Veronica Guerini, Antonio Conforti, Giovanni Plizzari & Shiho Kawashima.
País/año:	Suiza – 2018.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En este contexto, se realizó un estudio exploratorio sobre la influencia de las fibras de acero (alta rigidez) y macro sintéticas (baja rigidez) en las propiedades frescas del hormigón, considerando la trabajabilidad y el contenido de aire, así como el comportamiento mecánico resultante. Se estudiaron cuatro tipos de fibras en dos fracciones volumétricas (0.5% y 1.0%) en dos hormigones base con diferentes relaciones agua-cemento (0.45 y 0.50) usando la prueba de asentamiento, Prueba de mesa de flujo DIN y medidor de contenido de aire.
Objetivo:	Realizar un estudio exploratorio sobre la influencia de las fibras de acero (alta rigidez) y macro sintéticas (baja rigidez) en las propiedades frescas del hormigón.
Resultados:	Los resultados de la resistencia a la tracción por flexión residual exhibieron más variabilidad que los resultados de tenacidad y, en general, se observaron valores similares tanto en el acero como en las fibras macro sintéticas. Se observó un claro comportamiento de endurecimiento bajo flexión solo para las fibras de acero s1 y s2 en VF = 1%, mientras que las fibras macro sintéticas siempre exhibieron un comportamiento de ablandamiento caracterizado por una caída brusca después de la carga máxima seguida de resistencia residual.
Conclusiones:	Tanto las fibras de acero como las fibras macro sintéticas (hasta el 1% de la fracción de volumen) llevaron a un ligero aumento en el contenido de aire en comparación con los hormigones simples. Así mismo, Para una relación de aspecto y una fracción de volumen de fibra dadas, las fibras más largas (tanto de acero como macro sintéticas) causaron un mayor aumento en la rigidez del hormigón en comparación con las fibras más cortas.
Referencias Bibliográficas	Guerini, V., Conforti, A., Plizzari, G. y Kawashima, S. (2018). Influencia del acero y las fibras macro sintéticas en las propiedades del hormigón. <i>En Fibras</i> (Vol. 6, Número 3, p. 47).

Estudio N°15

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis del desempeño de la macrofibra sintética en la tenacidad del concreto.
Autor(es):	Karen Lucia Rojas Lizama.
País/año:	Perú – 2017.
Base de Datos:	Repositorio Upn.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Esta tesis de investigación trata de aumentar la Tenacidad del Concreto de un diseño de mezclas patrón aplicando la dosificación de 3, 5 y 7 kg/m ³ de Macrofibra Sintética. Las cantidades de macrofibra sintética se obtuvieron a partir de estudios realizados en otras investigaciones, adicionando macrofibra sintética en 03 cantidades.
Objetivo:	Aumentar la Tenacidad del Concreto de un diseño de mezclas patrón aplicando dosificaciones de 3.0, 5.0 y 7.0 kg/m ³ de Macrofibra Sintética.
Resultados:	La tenacidad se define como la capacidad de absorción de energía, cuando la tenacidad del material es alta ayuda a que la estructura incluso después del agrietamiento pueda seguir siendo cargada. La tenacidad es una propiedad que describe la capacidad de un material de soportar cargas antes de colapsar. La valoración de la tenacidad se realizó calculando el área bajo la curva: Para el Concreto Patrón se obtiene una tenacidad promedio de 22 J, para el Concreto + Macrofibra (3kg/m ³) se obtiene una tenacidad de 391 J, para el Concreto + Macrofibra (5kg/m ³) se obtiene una tenacidad de 792 J, para el Concreto + Macrofibra (7kg/m ³) se obtiene una tenacidad de 890 J.
Conclusiones:	La incorporación de macrofibras sintéticas en las dosificaciones de 3,5 y 7 kg/m ³ aumentó la tenacidad del concreto, es decir la estructura, incluso después del agrietamiento de la matriz, puede seguir siendo cargada. Desde este punto de vista el empleo de macrofibra sintética en estas dosificaciones aparece como una de las mejores maneras para disminuir la tendencia al agrietamiento en estado fresco como endurecido.
Referencias Bibliográficas	Rojas, K. (2017). <i>Análisis del desempeño de la macrofibra sintética en la tenacidad del concreto</i> . (Tesis Pregrado). Universidad Privada Del Norte. Trujillo, Perú.

Estudio N°16

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Estudio de la fibra sintética de polipropileno en el control de fisuras por retracción plástica en losas aligeradas de concreto con resistencia $f'c=210$ kg/cm ² y $f'c=245$ kg/cm ² , huancayo 2017.
Autor(es):	Ivala Espinoza, Carlos Max
País/año:	Perú – 2017.
Base de Datos:	Repositorio Insitucional Continental.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El propósito de este trabajo es demostrar la influencia que genera el añadir distintas dosis de una sola fibra de polipropileno en los concretos $f'c=210$ kg/cm ² y $f'c=245$ kg/cm ² , demostrando la reducción del número de fisuras en sus espesores y longitudes por medio de colocados de concreto instantáneos con distintas dosis (CSF, CRF-0.4(20), CRF-0.7(20) y CRF-1.2(20), los cuales serán analizados en su estado plástico generando registros de control de fisuras para cada dosificación, estos datos serán procesados por medio de gráficos de barras (Excel) y pruebas estadísticas (IBM SPSS Statisstics V. 23).
Objetivo:	Determinar la influencia de las fibras sintéticas de polipropileno en el control de las fisuras por retracción plástica en losas aligeradas con resistencia $f'c=210$ kg/cm ² y $f'c=245$ kg/cm ² .
Resultados:	Analizando en conjunto nos muestra que; si se reduce la presencia de fisuras en los concretos $f'c=210$ kg/cm ² , $f'c=245$ kg/cm ² y adicionados logrando obtener para el concreto $f'c=210$ kg/cm ² la dosis óptima de 1200gr de fibra de polipropileno que reduce el espesor en un 50.12% y su longitud en un 7.92%, para el concreto $f'c=245$ kg/cm ² no se encuentra una dosis adecuada que disminuya tanto el espesor como la longitud respectivamente.
Conclusiones:	La trabajabilidad presenta una relación inversa a la dosis de fibra adicionada, es decir a mayor cantidad de fibra añadida al concreto pierde trabajabilidad. Pero por otro lado, Las fibras sinteticas ayudan a reducir el espesor y longitud de las fisuras o grietas que se pueden generar en el concreto.
Referencias Bibliográficas	Ivalo , C. (2018). <i>Estudio de la fibra sintética de polipropileno en el control de fisuras por retracción plástica en losas aligeradas de concreto con resistencia $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=245$ kg/cm², Huancayo 2017.</i> (Tesis Pregrado). Huancayo, Peru.

Estudio N°17

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para la ejecución de pisos y pavimentos industriales.
Autor(es):	M. G. Altamirano, R. Pombo, G. Giaccio, R. Zerbino.
País/año:	Argentina – 2017.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	Este trabajo muestra en primer lugar resultados de estudios de laboratorio donde se evaluó la performance de tres macrofibras sintéticas diferentes incorporadas en dosis variables sobre los que se determinaron los parámetros residuales en flexión. Luego, y en base a experiencias de obra, se analizan aspectos vinculados a la ejecución y comportamiento en servicio de pisos ejecutados en los últimos años, como la incorporación de macrofibras a la mezcla, la colocación y trabajabilidad del hormigón o detalles de terminación, entre otros. Finalmente se discute acerca de los espaciamientos entre juntas, sus efectos sobre la generación de fisuras y el alabeo, el cálculo estructural y la calidad del piso terminado.
Objetivo:	Evaluar la performance de tres macrofibras sintéticas diferentes incorporadas en dosis variables dentro de la matriz cementicia.
Resultados:	En los resultados podemos apreciar que, de las tablas presentes en dicho artículo, se observa con claridad cómo el uso de contenidos de fibras crecientes dentro de la matriz cementicia incrementa la capacidad residual a comparación del concreto patrón (Concreto simple o convencional).
Conclusiones:	Se concluye que, las fibras sintéticas ayudan a disminuir los efectos de alabeo y el riesgo de aparición de fisuras. También, permite ampliar considerablemente los espaciamientos entre juntas respecto a hormigones simples o reforzados con barras de acero: típicamente de 6 m a 10 m en el caso de pisos interiores y de 5 m a 8 m en pavimentos exteriores.
Referencias Bibliográficas	Altamirano, M. , Pombo, R. , Giaccio, G. & Zerbino, R. (2017). Hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para la ejecución de pisos y pavimentos industriales. <i>Revista de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón</i> , Nro. 57.

Estudio N°18

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis comparativo de las características mecánicas a compresión, flexión y costos de materiales de un concreto patrón y otro adicionado con fibra sintética mejorada sikafiber® pe, elaborado con agregado de las canteras cunyac y vicho.
Autor(es):	Champi Chavez, Carmen rosa & Espinoza Chile, Lisbet.
País/año:	Perú – 2017.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En la presente investigación se usó fibra sintética mejorada Sikafiber.pe en diferentes dosificaciones 300gr/m ³ , 600gr/m ³ , 900gr/m ³ . De manera que se realizó 138 muestras cumpliendo con la norma ASTM C31 de las cuales 69 muestras son briquetas cilíndricas de un diámetro de 10cm por 20cm de altura que fueron sometidas al ensayo de esfuerzo a compresión, 69 muestras son viguetas de un peralte de 15cm por 15cm de ancho por 50cm de largo para ser ensayada a flexión y poder hallar el módulo de rotura.
Objetivo:	Analizar comparativamente las características mecánicas a compresión, flexión y costos de materiales de un concreto patrón y otro adicionado con fibra sintética mejorada SikaFiber® PE en dosificaciones 300gr/m ³ , 600gr/m ³ , 900gr/m ³ elaboradas con agregados proveniente de las canteras Cunyac y Vicho, a los 7 y 28 días.
Resultados:	Analizando los resultados con respecto a los 28 días la resistencia a flexión aumenta proporcionalmente a las dosificaciones de fibra teniendo así el concreto patrón, concreto con fibra en DO: 300gr/m ³ , DO: 600 gr/m ³ y DO: 900gr/m ³ , teniendo el módulo de rotura $f_r = 34.41\text{kg/cm}^2$, $f_r = 35.78\text{kg/cm}^2$, $f_r = 36.11\text{kg/cm}^2$, $f_r = 39.52\text{kg/cm}^2$
Conclusiones:	Se concluye que , en los ensayos de resistencia a flexión, al adicionar fibras sintéticas en el diseño de mezcla del concreto puede generar un leve incremento a comparación del concreto simple. Asi mismo, en el tema económico , los costos del concreto con fibra varían proporcionalmente a la dosificación de 300gr/m ³ , 600gr/m ³ y 900gr/m ³ , en 2%, 4% y 7% respectivamente, el costo de la fibra para un metro cúbico de concreto no es representativo respecto al concreto patrón.
Referencias Bibliográficas	Champi, C., Espinoza, L. (2017). <i>Análisis comparativo de las características mecánicas a compresión, flexión y costos de materiales de un concreto patrón y otro adicionado con fibra sintética mejorada sikafiber® pe, elaborado con agregado de las canteras cunyac y vicho.</i> (Tesis Pregrado). Cusco, Perú.

Estudio N°19

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Incorporación de fibras de polipropileno (sikaFiber force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un concreto con resistencia a la compresión 28mpa para el departamento de lima.
Autor(es):	Edwin Alberto Valera Pajuelo
País/año:	Perú – 2017.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El diseño del estudio de esta investigación es experimental, ya que se manipulo a un grupo de variables de estudio para controlar las diferencias del comportamiento de la otra variable. Para la elaboración de la muestra se tomó en consideración la evaluación de las propiedades y características estructurales del concreto donde se ensayaron 24 probetas (6 testigos por cada diseño respectivamente) dichos testigos fueron curados en la poza húmeda, para luego ser ensayados a los 3, 7, 14 y 28 días respectivamente.
Objetivo:	Determinar que, la incorporación de fibras de polipropileno (Sika Fiber Force PP48) afecta las propiedades plásticas y mecánicas de un concreto con resistencia a la compresión de 28 MPa en el departamento de lima.
Resultados:	En los resultados obtenidos en el ensayo de Resistencia a Flexión, arrojan que la adición de fibra de polipropileno en el concreto genera un incremento aproximado de 17% del módulo de rotura a flexión cuando se utiliza una dosis de fibra de polipropileno de 4kg/m ³ de concreto.
Conclusiones:	Se concluye que, en cuanto a los efectos de la incorporación de fibra de polipropileno en las propiedades estructurales mecánicas del concreto (flexión). Se determinó que para una dosis de 4kg/m ³ de fibra alcanzó un módulo de rotura de 83.51kg/cm ² , puesto que a los 7, 14 y 21 días se comportó de manera favorable aumentando el módulo de rotura en un 17% con respecto al diseño patrón que alcanzó un módulo de rotura de 71 kg/cm ² en 28 día. Por otro lado, se pudo apreciar que la aparición de la fisura por falla de tracción por flexión tardo en llegar con una fisura casi imperceptible.
Referencias Bibliográficas	Valera, E. (2017). <i>Incorporación de fibras de polipropileno (sikaFiber Force pp48) para mejorar las propiedades plásticas y mecánicas en un concreto con resistencia a la compresión 28Mpa para el departamento de lima.</i> (Tesis Pregrado). Lima, Perú.

Estudio N°20

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Estudio experimental de la respuesta mecánica de hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para uso en pisos industriales.
Autor(es):	Raul Zerbino, Graciela Giaccio, Roberto Pombo.
País/año:	Argentina – 2016.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El Hormigón Reforzado con Fibras es un material de alto desempeño; la incorporación de fibras incrementa la capacidad de transferencia de cargas y controla la fisuración dando lugar a una mayor durabilidad. Es un material especialmente ventajoso para construir estructuras hiperestáticas como pisos industriales y pavimentos, que constituyen típicos ejemplos de aplicación. En estos casos las fibras permiten reducir total o parcialmente la armadura convencional y aumentar el espaciamiento de juntas. Este trabajo muestra los resultados de un extenso estudio donde se evaluó la performance de dos macrofibras sintéticas diferentes incorporadas en dosis variables entre 1 y 5,5 kg/m ³ , sobre un mismo hormigón de base. Asimismo se analizaron hormigones similares que incorporan aditivo expansor.
Objetivo:	Evaluar la performance de dos macrofibras sintéticas diferentes incorporadas en dosis variables entre 1 y 5,5 kg/m ³ dentro de la matriz cementicia.
Resultados:	los resultados de los ensayos de contracción libre y las correspondientes variaciones en peso durante la exposición en cámara seca. Se toma como referencia la edad de 28 días que es el momento en el cual las probetas saturadas se expusieron al ambiente seco. Se observa que la dosis de fibras no modificó mayormente la contracción medida en los ensayos normalizados. Pero esto no significa que las fibras no tengan un efecto positivo sobre la distribución de esfuerzos y respuesta general de las losas sobre el piso, evitando alabeos y permitiendo mayor espaciamiento de juntas. Además la contracción en obra en general es bastante menor por las condiciones ambientales y la geometría y condiciones de borde.
Conclusiones:	Como era de esperar la capacidad residual que provoca una misma dosis de refuerzo no es independiente de la fibra seleccionada; las diferencias parecen crecer a mayores contenidos de fibras. Así mismo, La dosis de macrofibras no tiene mayor incidencia en los valores de contracción libre medidos en ensayos normalizados.
Referencias Bibliográficas	Zerbino, R., Giaccio, G. & Pombo, R. (2016). Estudio experimental de la respuesta mecánica de hormigones reforzados con macrofibras sintéticas para uso en pisos industriales. <i>Asociacion Argentina de Tecnologia del Homrigon</i> . Pp 275-282.

Estudio N°21

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Implementación de macro fibras sintéticas como refuerzo en hormigón proyectado y moldeado en reemplazo de fibras metálicas a través de un comportamiento mecánico.
Autor(es):	Quiguiri Quiguiri Jorge Leonardo
País/año:	Ecuador – 2016.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	El presente proyecto de titulación está comprendido en la descripción y comparación de los diferentes tipos de fibras para diferentes proyectos estructurales como soleras, pavimentaciones industriales, hormigones proyectados para el sostenimiento de túneles y taludes y ejecución de piscinas y hormigones prefabricados, etc., en donde se describe los aspectos importantes de las fibras en hormigón proyectado y la propuesta de implementar las macro fibras tanto sus características en generales y diseño estructural con el fin de poder determinar cuál será la mejor opción para ejecutarlas en el transcurso de las construcción del proyecto estructural.
Objetivo:	Implementar el uso macro fibras sintéticas como refuerzo en hormigón proyectado y moldeado en reemplazo de fibras metálicas a través de un comportamiento mecánico.
Resultados:	Encontrando que en las fibras metálicas, la carga - deformación a la primera fisura es de 38,08 KN, llegando a la máxima carga 65,41 KN a diferente de la fibra sintética que presenta su primera fisura 23,56 KN llegando a su máxima carga de 28,89 KN siendo las fibras de material sintética menor resistente que los material metálico.
Conclusiones:	Se Concluye que, tanto las fibras metálicas y las macro fibras sintéticas presentan mejoras en su comportamiento mecánico del concreto frente a un concreto Simple. Además, la adición de estas fibras permite obtener una reducción de espesor de losa frente a un concreto con mallas de refuerzo.
Referencias Bibliográficas	Quiguiri,J. (2016). <i>Implementacion De Macro Fibras Sinteticas Como Refuerzo En Hormigón Proyectado Y Moldeado En Reemplazo De Fibras Metálicas A Traves De Un Comportamiento Mecanico.</i> (Tesis Pregrado). Guayaquil, Ecuador.

Estudio N°22

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Utilización de fibra sintética para la reducción de fisuras por contracción térmica en losas de concreto reforzado.
Autor(es):	Jafid Abinady Pineda Rodriguez.
País/año:	Guatemala – 2015.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En este trabajo se demostrarán las ventajas técnicas y económicas de utilizar fibra sintética como refuerzo secundario en el concreto reforzado para la disminución de las fisuras por retracción plástica y contracción térmica. La fibra sintética está hecha de un material inerte, por lo que no se corroe, no es magnética, no aumenta el peso específico del concreto, no modifica la manejabilidad del concreto y su relación de aspecto es mayor, por lo que se se adhiere mejor al concreto.
Objetivo:	Demostrar que con la utilización de fibra sintética las fisuras por retracción plástica y contracción térmica disminuyen en losas fundidas con concretos premezclados.
Resultados:	La cantidad de fisuras en las losas de concreto varió dependiendo del curado que se le dio. La cantidad de fisuras en las esquinas del concreto fibroreforzado sin curar fue de 60, mientras que en el concreto fibroreforzado curado adecuadamente la cantidad fue de 30; es decir que al curar adecuadamente el concreto fibroreforzado en las esquinas se reduce la cantidad de fisuras al 50 %. El costo por m ² de electromalla para este proyecto es de Q40,99, mientras que el costo por m ² de fibra sintética es de Q11,25, es decir, que con el uso de la fibra sintética el costo es el 27,445 % de lo que se gastaría usando electromalla.
Conclusiones:	Finalmente, se concluye que, en comparación con el hormigón simple, el hormigón reforzado con fibras presenta un aumento de tenacidad, lo que conduce a un aumento de la resistencia a la compresión, tensión indirecta y flexión. Este aumento de las propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibras Sintéticas puede reducir el peralte del elemento estructural sin reducir su función.
Referencias Bibliográficas	Pineda, J. (2015). <i>Utilización de fibra sintética para la reducción de fisuras por contracción térmica en losas de concreto reforzado</i> . (Tesis Pregrado). San Carlos, Guatemala.

Estudio N°23

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Macrofibras sintéticas para el refuerzo de hormigón.
Autor(es):	Giaccio, Graciela M., Bossio, María E., Monetti, Diego H., Morea, Francisco, Torrijos, María C., & Zerbino, Raúl L.
País/año:	Argentina – 2013.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	En este trabajo se muestran algunas de las líneas de investigación en marcha que incluyen estudios de la adherencia fibra-matriz, de la fluencia en flexión de elementos en estado fisurado sometidos a diferentes ciclos de cargas, y el uso de fibras para el refuerzo tipo overlay sobre sustratos de hormigón y de concreto asfáltico considerando la aplicación del HRF para la rehabilitación de caminos.
Objetivo:	Análisis de la adherencia fibra-matriz de la fluencia en flexión de elementos en estado fisurado sometido a diferentes cargas.
Resultados:	Con fibras sintéticas y muy baja capacidad residual (HRF C) se observó gran crecimiento del COD (el crecimiento de la apertura de fisura) para bajos esfuerzos y gran influencia de los eventos de carga-descarga. La fisura preexistente resulta determinante, a diferencia de las fibras de acero donde para aperturas iniciales de 0,2 y 0,5 mm no se observaban mayores diferencias. Además, Con macrofibras sintéticas (HRF D), una capacidad residual del orden del 20 % de la carga de fisuración del hormigón de base y un nivel de fisura inicial pequeño (0,2 mm), fue posible sobrellevar esfuerzos hasta un 70 % de $fR4$, incluso frente a eventos de carga-descarga. La respuesta diferida disminuye notablemente para fisuras > 2 mm.
Conclusiones:	Los niveles de adherencia de las macrofibras sintéticas oscilan entre 3 y 0,6 MPa. A diferencia de las fibras de acero conformadas, ante el aumento de la resistencia de la matriz los cambios de adherencia son pequeños. El nivel de fisuración inicial hace decrecer significativamente la respuesta diferida, en especial con las macrofibras sintéticas. Los eventos de carga-descarga incrementan las aperturas pero esto no incide en gran medida sobre las condiciones de estabilidad.
Referencias Bibliográficas	Giaccio, G., Bossio, M., Monetti, D., Morea, F., Torrijos, M & Zerbino, R. (2013). Macrofibras sintéticas para el refuerzo de hormigón. <i>Segundas Jornadas de Investigación y Transferencia – 2013</i> . pp 330-335.

Estudio N°24

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Strength Of Normal Concrete Using Metallic And Synthetic Fibers
Autor(es):	Vikrant S. Vairagade & Kavita S. Kene
País/año:	India – 2013.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	<p>Basándose en el experimento de laboratorio, se han diseñado especímenes cúbicos y cilíndricos con grupos de fibras metálicas y Sintéticas. En cuanto a las fibras metálicas, se utilizaron fibras de acero de extremo de gancho y redondas onduladas (recubiertas de cobre) sin añadir aditivos.</p> <p>En la categoría de fibras sintéticas, se utilizaron fibras de polipropileno fibrilado de 15 mm, 20 mm y 24 mm de longitud de corte sin añadir aditivos.</p> <p>Para el trabajo se fundieron y ensayaron un total de 63 especímenes. Comparando los resultados del hormigón reforzado con fibras con el hormigón simple, este trabajo validó el efecto positivo de las fibras de acero con diferentes relaciones de aspecto y de las fibras de polipropileno fibrilado con diferentes longitudes de corte en la mejora de la resistencia a la compresión y a la rotura de la probeta a los 7 y 28 días, y analizó la sensibilidad de las diferentes fibras al hormigón con diferentes resistencias.</p>
Objetivo:	Análisis comparativo de la resistencia del hormigón simple con el hormigón con fibras metálicas y sintéticas.
Resultados:	La resistencia a la tracción también depende de la longitud de las fibras de polipropileno. La adición de fibras en el hormigón de control mejora significativamente la resistencia a la tracción dividida. Bajo tensión axial, el espécimen de hormigón de control se divide en dos partes, pero el espécimen FRC muestra el desarrollo de grietas a lo largo de su eje longitudinal. Esto puede atribuirse al hecho de que las fibras suprimen la localización de microfisuras y, en consecuencia, aumenta la resistencia a la tracción aparente de la matriz.
Conclusiones:	Se observó que, en el grupo de fibras sintéticas, las fibras de polipropileno aumentan hasta un 45,61% la resistencia a la tracción por división mediante la adición de fibras de polipropileno fibrilado de 0,4% y 24 mm de longitud de corte. Así mismo, las fibras de polipropileno fibriladas tienen poco efecto en la trabajabilidad del hormigón. Dado que estas fibras no son absorbentes, el hormigón se puede trabajar con un mayor porcentaje de fibras, por lo que se puede conseguir el asentamiento deseado con este tipo de fibras.
Referencias Bibliográficas	Vairagade, V. & Kene, K. (20.13). Strength Of Normal Concrete Using Metallic And Synthetic Fibers. <i>Chemical, Civil and Mechanical Engineering Tracks of 3rd Nirma University International Conference</i> . 51(2013) 132 –14.

Estudio N°25

RECOLECCION DE DATOS	
Título:	Análisis Del Esfuerzo Residual En Concreto Para Pavimento Rígido Reforzado Con Fibras Metálicas Y Sintéticas.
Autor(es):	Juan Ivan Mendoza Vargas, Alberto Vásquez & Manuel Ricardo Villa Archila.
País/año:	Colombia – 2012.
Base de Datos:	Google Académico.
Tipo de Investigación:	Estudio Experimental.
Resumen:	A través del presente trabajo, luego de efectuar una exploración general respecto a los conceptos asociados con los diferentes tipos de fibras empleadas y su aplicación en diversas clases de concreto, se efectúa la explicación detallada acerca de los ensayos realizados, a fin de generar un análisis y valoración del esfuerzo residual en concreto para pavimento rígido reforzado con fibras metálicas y sintéticas. Como resultado de los ensayos realizados, se podrá obtener un punto de vista objetivo, que, comparado bajo términos de funcionalidad, eficiencia y rentabilidad, permitirá el desarrollo y generación de una nueva forma de mezcla que facilite el desarrollo de estructuras en pavimentos.
Objetivo:	Valorar a través de una serie de ensayos, el esfuerzo residual de una mezcla de concreto para pavimento rígido elaborada con materiales de nuestro medio y reforzada con fibras sintéticas, y reforzada con fibras metálicas, lo cual permita evaluar el desempeño del material con cada tipo de refuerzo.
Resultados:	En los resultados del estudio experimental, se puede observar que es considerable el incremento del valor en el esfuerzo residual en las fibras sintéticas con respecto al concreto simple y aun en mayor proporción con respecto a las fibras metálicas, se puede establecer que el adicionar fibras al concreto mejora sustancialmente el comportamiento post fisuramiento mejorando de esta forma su ductilidad.
Conclusiones:	Mediante el uso de fibras de polipropileno se reduce las pequeñas fisuras por contracción que se desarrollan en el concreto, durante las primeras 24 horas se originan por contracción plástica o por secado, la primera ocurre antes que el concreto alcance su endurecimiento inicial y la segunda ocurre después del endurecimiento del concreto. Y finalmente, las fibras sintéticas nos ayudan en mayor rango al control de fisuramiento donde las cargas no sean notables, las metálicas son usadas en mayor proporción para controlar los mismos fenómenos, pero tiene mejor comportamiento en cargas mayores, por ello son utilizadas en pisos industriales donde las sollicitaciones son grandes y constantes.
Referencias Bibliográficas	Mendoza, J., Vásquez, A. & Villa, M. (2012). <i>Análisis Del Esfuerzo Residual En Concreto Para Pavimento Rígido Reforzado Con Fibras Metálicas Y Sintéticas</i> . (Tesis Pregrado). Bogotá, Colombia.