



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN
CONCRETO $F'C= 280 \text{ KG/CM}^2$ EN UN
PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Joseph Gustavo Alvarado Mendoza
Yoselli Griselda Mendo Vasquez

Asesor:

Mg. German Sagástegui Vásquez
<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	GONZALO HUGO DIAZ GARCIA	40539624
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	CINTHYA VANESSA ALVARADO RUIZ	71412783
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	NIXON BRAYAN PECHE MELO	70615775
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

ONCRETO_FC_280_KG_CM2_EN_UN_PAVIMENTO_RIGIDO,_T...

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	7%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	5%
3	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	1%
8	Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia Trabajo del estudiante	1%

DEDICATORIA

Le dedico a mis padres, hermanos y abuela quienes siempre me apoyaron desde mis inicios hasta la elaboración de esta investigación, apoyándome con su experiencia y cariño en las decisiones tomadas a lo largo de la carrera universitaria

Alvarado Mendoza, Joseph Gustavo

A mis padres y hermano, por ser mis pilares y darme su apoyo incondicional durante mi vida universitaria, por enseñarme valores e inculcarme el deseo de superación.

Mendo Vásquez, Yóseli Griselda

AGRADECIMIENTO

A los docentes de la universidad que siempre brindaron su apoyo para desarrollar de mejor manera la vida universitaria, ayudándome en mi desarrollo profesional gracias a todos los conocimientos brindados, siempre con gran disposición y amabilidad.

Alvarado Mendoza, Joseph Gustavo

Gracias a Dios por cada gesto de amor que me brinda cada día y porque el plan que tiene para mi es perfecto, gracias familia y personas especiales en mi vida, por la confianza, respaldo y cariño puesto sobre mi persona; los cuales me impulsan a seguir adelante y cada logro mío también es suyo. Finalmente, agradezco a mi Alma Máter por poner a mi disposición a mis maestros, quienes han podido ser una guía en mi desarrollo universitario.

Mendo Vásquez, Yóseli Griselda

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Objetivos	14
1.4. Hipótesis	15
1.5. Antecedente Nacionales	15
1.6. Antecedentes Internacionales	17
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	19
CAPÍTULO III: RESULTADOS	32
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	51
REFERENCIAS	55
ANEXOS	58

Índice de tablas

Tabla 1. Total de probetas a realizar para el ensayo de resistencia a la compresión.....	22
Tabla 2. Total de vigas a realizar para el ensayo de resistencia a la flexión.....	22
Tabla 3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable independiente....	24
Tabla 4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable dependiente.....	24
Tabla 5. Tabla de operacionalización de variables.....	25
Tabla 6. Caracterización del agregado fino.....	32
Tabla 7. Caracterización del agregado grueso.....	33
Tabla 8. Valores del material en seco para el diseño de mezcla.....	33
Tabla 9. Valores del material corregido para el diseño de mezcla.....	34
Tabla 10. Resultados de la prueba de asentamiento.....	35
Tabla 11. Resultado de la resistencia a la compresión a 7 días.....	37
Tabla 12. Resultado de la resistencia a la compresión a 14 días.....	38
Tabla 13. Resultado de la resistencia a la flexión a 7 días.....	41
Tabla 14. Resultado de la resistencia a la flexión a 14 días.....	43
Tabla 15. Resultado de la resistencia a la compresión a 28 días.....	45
Tabla 16. Resultado de la resistencia a la flexión a 28 días.....	47
Tabla 17. Análisis de varianza de un factor de compresión.....	49
Tabla 18. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión.....	49
Tabla 19. Análisis de varianza de un factor de flexión.....	50
Tabla 20. Análisis de varianza de la resistencia a la flexión.....	50

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de diseño de investigación.....	21
Figura 2. Esquema de procedimiento experimental.....	27
Figura 3. Resultado promedio de las pruebas de asentamiento.....	36
Figura 4. Promedio de resistencia a la compresión a 7 días de curado.....	38
Figura 5. Promedio de resistencia a la compresión a 14 días de curado.....	40
Figura 6. Promedio de resistencia a la flexión a 7 días de curado.....	42
Figura 7. Promedio de resistencia a la flexión a 14 días de curado.....	44
Figura 8. Promedio de resistencia a la compresión a 28 días de curado.....	46
Figura 9. Promedio de resistencia a la flexión a 28 días de curado.....	48

RESUMEN

La presente investigación busca determinar cómo afecta el uso de fibras de carbono como refuerzo en las mezclas de un concreto diseñado a 280 kg/cm² utilizado para pavimentos.

La investigación es del tipo experimental y aplicada. Durante el desarrollo se elaboraron 36 probetas para compresión y 36 probetas para flexión, para probetas patrón y probetas con 1, 2, 3 % de fibra de carbono. Las muestras fueron ensayadas a 7, 14 y 28 días de curado.

De los resultados obtenidos se pudo concluir que la fibra de carbono mejoro las propiedades de resistencia a la compresión y flexión del concreto 280 kg/cm², específicamente en lo que respecta a flexión se logró un incremento de 35.8% que, a los 7 días de curado, 26.5% a los 14 días de curado y 26.3% a los 28 días. Con respecto a las pruebas de resistencia a la compresión los valores fueron 16.8% de incremento a los 7 días de curado, 6.99% a los 14 días de curado y 7.27% a los 28 días. Como conclusión final se determinó que el 2% de fibra de carbono fue la dosificación más adecuada ya que con dicha cantidad se obtuvieron los mejores resultados.

PALABRAS CLAVES: fibras de carbono, pavimento rígido, compresión, flexión

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde la antigüedad en el mundo las personas trataron de resolver y buscar soluciones a sus necesidades y problemas por medio de su ingenio, utilizando conocimientos, analizando y evaluando de tal manera que satisfagan sus necesidades. Una de las principales problemáticas dentro del ámbito de la Ingeniería Civil se enfoca en mejorar y aumentar las características y capacidades de los materiales de construcción, de tal manera que cada vez encontremos nuevos métodos innovadores alternativos a los ya utilizados y conocidos. Desde la aparición del concreto en el siglo XIX, se presentó un desarrollo constructivo a gran escala, siendo el material de construcción que más se ha desarrollado.

En las últimas décadas, los materiales de concreto reforzado con fibras (PRF) se vienen utilizando últimamente en obras de construcción. El concreto armado es un tema de constante investigación actualmente (CA), se usa como reforzamientos con varillas o láminas de PRF, para conocer sus desarrollos de propiedades mecánicas y se han alcanzado logros fructíferos. (Al-Akhras, et al 2021)

Con lo que respecta a la industria, el material o fibra de refuerzo más usado es la fibra de carbono, denominado CFRP (material reforzado con fibra) y, en menos cantidad de uso tenemos a, la fibra de vidrio o aramida (kevlar). (Del Toro, 2022)

En la ciudad de Lima según índices se encuentran la mayor cantidad de construcciones de obras civiles, desde el año 2006 se construyeron la mayoría, en dicho año se elaboró la norma sismorresistente debido al gran incremento de las obras, de acuerdo con estos nuevos estándares y las lecciones aprendidas de la evaluación de los terremotos que han ocurrido en el país, estos edificios han quedado subdiseñados, ya sea por el tamaño o la cantidad de acero presente en los elementos estructurales. Nuestro país está ubicado en el

Cinturón de Fuego del Pacífico, la costa peruana tiene el mayor potencial sísmico, lo que se traduce en un mayor riesgo para las edificaciones no diseñadas de acuerdo a las normas sísmicas. (Del Toro, 2022)

Agregar fibras como basalto, vidrio, aramida y carbono al concreto no es una tarea imposible. El módulo de Young del polímero reforzado con fibra de carbono (CRP) es similar al del acero debido a su alta densidad. El refuerzo de CFRP es el material preferido para evitar las deflexiones en las estructuras de los edificios, ya que tiene una propiedad de rigidez favorable y se encuentra dentro del estado límite de servicio. (Stoiber, 2021)

El refuerzo de fibra de carbono es una técnica comúnmente utilizada para mejorar el confinamiento de las columnas de hormigón armado en términos más amplios. Esta investigación busca implementar el uso de la fibra de carbono como método de reforzamiento estructural de columnas, para demostrar el aumento de resistencia del concreto, el comportamiento de este material, dar criterios y conocer los beneficios como refuerzo estructural aplicada en columnas. (Manrique, et al 2019)

Los edificios se pueden salvar en ambas situaciones utilizando refuerzos estructurales. El refuerzo con fibra de carbono tiene varias ventajas frente a otros métodos, entre ellas su seguridad y fácil integración en los proyectos, la ausencia de equipos a gran escala y la rápida implementación de los entornos intervenidos. Sin embargo, Perú carece de regulación en esta materia, mientras que Ecuador ha impuesto importantes limitaciones debido a los altos costos de la fibra de carbono.

Esta investigación se basa en el uso de la fibra de carbono en un concreto para pavimento rígido demostrando así la influencia que presenta en el concreto en el aumento de sus propiedades mecánicas.

Se tuvieron en cuenta la siguiente base teórica que ayuda en el proceso del entendimiento de la presente investigación:

El concreto presenta propiedades y características muy favorables tales como: el ser moldeable en su etapa de preparación, el ser un material relativamente económico y el presentar una alta resistencia a la compresión; pero como todo material constructivo como tiene ventajas también tiene sus desventajas, y la más desfavorable para el concreto según es un material de escasa resistencia a la tracción. Debido a esta desventaja del concreto llevo a buscar métodos innovadores para reforzarlo. (Paredes, et al 2017)

El hormigón es un factor clave en los proyectos de construcción de edificios y, como resultado, cada vez se realizan más investigaciones para mejorar sus propiedades mecánicas y químicas. (Huayta, 2018)

Las propiedades mecánicas del hormigón están determinadas por la deformación por tensión que se produce durante la compresión del hormigón. La pendiente de los gráficos es casi lineal, con un patrón de subida y bajada que abarca desde 1/3 hasta 12 de f'c. Entonces se convierte en una parábola invertida que representa la máxima compresión. La anomalía que corresponde a este punto es más acusada en el hormigón más robusto'. Siempre que la resistencia mínima sea casi continua y sea igual a 0,002. (Mallik, 2017)

La resistencia a la compresión es la medida de la resistencia a una fuerza por unidad de área y normalmente se define en métodos de tensión como kg/cm² y otros como psi. Al examinar un espécimen de concreto tanto en la fase inactiva como en la activa, se puede calcular la resistencia potencial a la compresión. Reducir las diferencias entre las formas, preparaciones, tamaños y procesos de curado únicos de las muestras y, al mismo tiempo, garantizar que los parámetros probados estén sujetos a los estándares correspondientes. (Muñoz, et al 2021)

Mediante ensayos de flexión, se puede evaluar la rigidez intrínseca, la resistencia mecánica y la rigidez del material para mejorar la resistencia a la flexión. Se utiliza tanto en los sistemas de flexión de 3 puntos como de flexión de 4 posiciones. Una flexión simple se demuestra mediante la aplicación de cargas transversales sobre el eje longitudinal de la viga en pares en sus extremos y sin pares aplicados en sus laterales extremos. En ocasiones, este comportamiento curvo se consigue en un plano paralelo a estas cargas, sin necesidad de deformación seccional. (Moncayo, et al 2016)

Un pavimento rígido está formado por una losa de hormigón hidráulico puede ser con refuerzo para evitar agrietamiento, ya sea con revestimiento bituminoso desnudo, subrasante lateral o capa de material. El comportamiento del pavimento de concreto debe garantizarse durante el proceso de diseño y construcción, con un enfoque en las características y densidad uniformes del suelo de la subrasante. (Alegre, 2017)

Las fibras crean materiales compuestos que proporcionan rigidez y resistencia mecánica, así como una matriz flexible e impermeable que proporciona una estructura monolítica y protege a las fibras de los ataques químicos y bacterianos. (Okdiario, 2018)

Los tres tipos de materiales que utilizan material compuesto de fibra reforzada son fibra de aramida, fibra de vidrio y fibra de carbono. La fibra de carbono se usa porque sufre una cantidad significativa de deformación por tensión. (Silva, 2016)

La ingeniería utiliza la Fibra de Polipropileno como fibra sintética, la cual se define por su uso en el ambiente del suelo. Durante la contracción, las fibras de polipropileno se pueden utilizar para controlar las grietas superficiales en el concreto. (Revllo, et al 2017)

La fibra de carbono es un material compuesto que es no metálico y polimérico. La fase dispersante es un refuerzo, o fase dispersa de fibra de carbono, y forma la pieza. Está compuesto por polietinitrilo con propiedades mecánicas ligeras. La unión de carbono está presente en todos los filamentos. La fibra es amorfa por lo que se folia al azar, integrándose entre capas, para hacerla resistente. (Moncayo, et al 2016)

La fibra de carbono tiene tres tipos diferentes, HM y fibra de alto módulo, que son más rígidas y requieren temperaturas más altas durante el tratamiento. La fibra HR exhibe una mayor resistencia a la tracción y carbonización a temperaturas más altas, lo que la convierte en un material más fuerte. La fibra (III) suele ser más barata y menos rígida que sus predecesoras, pero su asistencia es beneficiosa. La fibra está a una temperatura más baja durante el tratamiento. (Contreras, 2016)

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influye el efecto de fibra de carbono en un concreto $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en un pavimento rígido, Trujillo, 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Determinar el efecto de fibra de carbono en un concreto $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ en un pavimento rígido, Trujillo, 2023

1.3.2. Objetivos Específicos

O. E1: Realizar el diseño de mezcla.

O. E2: Determinar el porcentaje adecuado de 1%, 2%, y 3% de fibra de carbono en un concreto $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$.

O. E3: Determinar las propiedades: resistencia a compresión y flexión del concreto con fibra de carbono.

O. E4: Comparar las propiedades del concreto tradicional $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ y un concreto adicionado con fibra de carbono.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis alterna

El efecto de fibra de carbono en un concreto $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ influye significativamente en un pavimento rígido, Trujillo, 2023

1.4.2. Hipótesis nula

El efecto de fibra de carbono en un concreto $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ no influye significativamente en un pavimento rígido, Trujillo, 2023

1.5. Antecedente Nacionales

Manrique et al (2019) tuvo como principales objetivos, el de reducir el tiempo de preparación, los costos de refuerzo y mejorar el desempeño sísmico de vigas, placas macizas y viguetas que utilizan fibra de carbono. Se utilizó un diseño experimental para evaluar un edificio de 13 pisos y 3 sótanos, evaluando el efecto de placas de metal y un refuerzo de fibra de carbono. Dado que, el tiempo de entrega de CFRP es más corto que el de la placa de acero y es menos perturbador para el usuario, el costo total de S/.69031.44 se utilizará para el costo de CFRP, y para la placa de acero, el costo total de S/.37861.54 y se usará la viga B1 /S1-V5 Valor de refuerzo. El momento resistente se incrementó en un 12,0%, el cual no superó el valor determinado por ACI 440.2R17 (máximo 160%), y no fue necesario el refuerzo a cortante. Para las vigas de placa ligera, debido a los grandes esfuerzos cortantes causados por la sobrecarga del equipo, se empotraron vigas de acero W12x45 en los ejes 7 y 8, se redistribuyeron los momentos flectores y los esfuerzos cortantes, y se aumentó la resistencia a momento en un 4,5% a 44,1 %, los esfuerzos cortantes bajo

1,3 toneladas en volumen (V_r). Después de la comparación, se concluyó que es más ventajoso utilizar fibra de carbono para la construcción, porque es liviana, tiene propiedades mecánicas mejoradas y su espesor es muy pequeño, lo cual es conveniente para el transporte; además, no se corroe. El aporte que brinda al estudio, son los beneficios que ofrece el CFRP al ser utilizado en el concreto y vigas aumentando los resultados de sus propiedades mecánicas.

Campos (2018) tuvo como objetivo principal determinar la relación entre las barras, correas de acero, las uniones de fibra de carbono (tyfo SCH-14) y las mejoras en el aumento de la resistencia de las columnas de hormigón armado de sección rectangular. Su enfoque es transversal, no experimental. Se utilizaron ocho tamaños de columna diferentes. Además, de un aumento del 20 % en la resistencia a la compresión, se observó un aumento en la variación de la capacidad de carga de más del 20%. La conclusión fue el efecto de las fibras de carbono, donde se observó un aumento de la resistencia con respecto a los patrones, los anclajes de fibra mejoraron el confinamiento del refuerzo, también se encontró una disminución de la elasticidad para los materiales con refuerzos. La presente investigación da un aporte sobre el mejoramiento en el confinamiento como refuerzo de la fibra de carbono.

Villoslada (2019) determinó las propiedades del hormigón para aumentar la flexión utilizando fibras de carbono. Su investigación tiene un diseño experimental explicativo. Los días 7, 14 y 28 se prepararon 12 muestras cilíndricas de concreto y se ensayó su resistencia a la compresión y a la tracción. Los resultados de la resistencia a la compresión mostraron que, la resistencia a la compresión del concreto patrón después de 7 días fue de 186.3 kg/cm² y la resistencia a la compresión reforzada fue de 362.4 kg/cm², un aumento del 94.52 % en comparación con el patrón; A los 14 días

la resistencia del concreto patrón fue de 209 kg/cm²; mientras que, el patrón reforzado tiene una resistencia de 417.8 kg/cm², que es un 99,9% más que el patrón; Después de 28 días, la resistencia de la muestra estándar fue de 225.6kg/cm²;mientras que, la resistencia de la muestra reforzada fue de 481.7 kg/cm², un aumento del 85,6 %. En cuanto a la resistencia a la tracción, la resistencia a la tracción del patrón después de 7 días es de 42.8 kg/cm² y la resistencia a la tracción después del refuerzo es de 78.6kg/cm², que es un 83.6% más alta que la del patrón; La resistencia del patrón de 14 días es de 42.0kg/cm²; mientras que, la resistencia del material reforzado fue de 80.9kg/cm², un aumento del 102.25% con respecto al patrón; después de 28 días, la resistencia de la muestra estándar fue de 44.1 kg/cm² y la resistencia de la muestra reforzada fue de 88.8 kg/cm², un aumento del 101.4%. En cuanto a la resistencia a la flexión, la resistencia del patrón a los 7 días fue de 39.6kg/cm², mientras que la resistencia del patrón reforzado fue de 59.1 kg/cm², siendo 49.2% superior a la del patrón; La resistencia del patrón de 14 días fue de 42.9 kg/cm²; mientras que, el patrón con refuerzo tiene una resistencia de 61kg/cm², un aumento del 43.1% con respecto al patrón; después de 28 días, la resistencia a la flexión de la muestra estándar es de 50.2kg/cm²; mientras que, la resistencia a la flexión de la muestra reforzada es de 73.3kg/cm², un aumento del 43%. Se concluyó que las fibras como refuerzo estructural del concreto mostraron un incremento en todas las propiedades mecánicas ensayadas. El aporte que brinda en la influencia positiva que brinda el reforzamiento con fibra de carbono.

1.6. Antecedentes Internacionales

Peñaloza (2010) tuvo como objetivo optimizar el uso de la fibra de carbono, convencionalmente de reparación de vigas de concreto sujetas a esfuerzos de cortante y flexión bajo carga gravitacional. Dando como resultado que, en la configuración a

flexión con PRFC transversal, F-T, aparecieron esfuerzos máximos y agrietamientos ocurridos en el material de refuerzo. Todas las configuraciones realizadas hicieron que aumente la resistencia de las vigas. Se concluyó que la máxima tensión y fisuración ocurre en la interfase armadura - hormigón, lo cual fue confirmado numérica y experimentalmente. Además, todas las configuraciones investigadas aumentan la resistencia de la viga dañada. El aporte que da a la presente investigación es que en todas las formas en las que se coloque la fibra de carbono da resultados positivos.

Contreras (2016) planteo como objetivo principal determinar cómo se comporta la viga de fibra de carbono durante el corte. El diseño de experimentos se utiliza para evaluar geometrías, materiales y diversas cargas en función de la deformación, la resistencia y las fuerzas. Para ello, utilizó vigas de 0.25m x 0.50m x 3m, durante el ensayo de corte a 23.0Ton se presentaron fisuras y rajaduras. La carga de la viga adicionada con fibra de carbono alcanza las 27 toneladas, y la resistencia del hormigón utilizado alcanza los 31.27 MPa, superando los 24 MPa de la construcción estándar, generando un incremento del 30 %. A partir de esto se concluyó, que el uso de fibra de carbono como material de refuerzo de la viga es efectivo para aumentar la magnitud de la carga, el daño se presenta solo en grietas y grietas en dirección de 45° al apoyo, y la resistencia aumenta significativamente, lo que resultó en un aumento de 6 toneladas en comparación con el estándar. El aporte que brinda a la investigación es la resistencia a la flexión de las vigas y resistencia del concreto.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Por el propósito

El tipo investigación, según su propósito es aplicada porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren, debido a que, sirve para determinar los posibles resultados de la investigación considerando todos los conocimientos existentes en un intento por solucionar un problema específico. (Cabezas, et al 2018)

2.1.2. Según el diseño

La presente investigación es de tipo experimental; debido a que, la variable independiente (Fibra de Carbono) influye y modifica los valores de las variables dependientes (Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión). Como diseño experimental, funciona como una situación de control donde una o más variables independientes se alteran intencionalmente para evaluar la consecuencia sobre una de las variables dependientes. (Hernández, et al 2014)

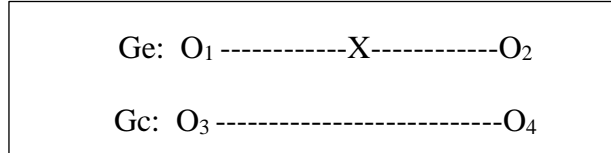
2.1.3. Diseño de investigación

La investigación es del tipo Experimental - Cuasi experimental; debido a que, se pueden manipular la variable independiente y de esa manera evaluar la consecuencia que causa en las variables dependientes. En estas investigaciones existen dos grupos de observación: uno afectado por un estímulo y un grupo intacto. (Romero, 2021)

Esquema de diseño de investigación:

Figura 1

Esquema de diseño de investigación



Donde:

Ge: Grupo Experimental

Gc: Grupo Control

O₁ y O₃: Aplicación del Pretest

X: Tratamiento

O₂ y O₄: Aplicación del Postest

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

2.2.1. Población

La población de la presente investigación estuvo conformada por todos los concretos para pavimento rígido en la ciudad de Trujillo, 2023.

2.2.2. Muestra

En la investigación se usaron especímenes cilíndricos, que tuvieron las siguientes dimensiones: 4"x8" (100mm x 200mm) como lo especifica la norma NTP.339.033 para los ensayos de resistencia a la compresión. Además, se tuvo en cuenta la elaboración de vigas de 15cm x 60cm según la norma NTP 339.078 para la resistencia a la flexión, donde nos indica la posición y centrado de puntos de las cargas a las que se somete.

Tabla 1

Total de probetas a realizar para el ensayo de resistencia a la compresión.

Tipo	Diseño (kg/cm^2)	Edad	Dimensiones de probetas	N° de espécimen
Concreto patrón	280	7	4" x 8"	3
		14		3
		28		3
Concreto con Adición del 1% de fibra de carbono	280	7	4" x 8"	3
		14		3
		28		3
Concreto con Adición del 2% de fibra de carbono	280	7	4" x 8"	3
		14		3
		28		3
Concreto con Adición del 3% de fibra de carbono	280	7	4" x 8"	3
		14		3
		28		3
Sub Total 1 de probetas				36

Nota: En la tabla se presentan la cantidad de probetas cilíndricas que se elaboraron para realizar el ensayo de resistencia a la compresión mediante la norma NTP 339.033

Tabla 2

Total de vigas a realizar para el ensayo de resistencia a la flexión.

Tipo	Diseño de concreto (kg/cm^2)	Edad de curado	Dimensiones de vigas	N° de vigas
Concreto patrón	280	7	15cm x 60cm	3
		14		3
		28		3
Concreto con Adición del 1% de fibra de carbono	280	7	15cm x 60cm	3
		14		3
		28		3
Concreto con Adición del 2% de fibra de carbono	280	7	15cm x 60cm	3
		14		3
		28		3
Concreto con Adición del 3% de fibra de carbono	280	7	15cm x 60cm	3
		14		3
		28		3
Sub Total 2 de vigas				36

Nota: En la tabla se presentan la cantidad de vigas que se elaboraron para realizar el ensayo de resistencia a la flexión mediante la norma NTP 339.078

2.2.3. Técnica de muestreo

En la presente investigación se tiene, tipo de muestreo no probabilístico por juicio de experto a cargo del Ing. German Sagastegui Vásquez, especialista en pavimento rígido; asimismo, según la experiencia del mismo, recomendó la realización de 03 repeticiones o muestras por cada dosificación y a edades de curado de 7, 14 y 28 días, para el ensayo de resistencia a la compresión, haciendo un total de 36 probetas como tamaño de muestra para este ensayo; y para el ensayo de resistencia a la flexión un total de 36 probetas.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnica de recolección de datos

La técnica empleada para la recolección de datos es la observación; debido a que, se tendrá que registrar visualmente y físicamente los resultados que muestra cada probeta de estudio; asimismo, ensayos de laboratorio normados nacional e internacionalmente.

2.3.2. Instrumento de recolección de datos

La investigación se apoyó de la guía de observación que sirvió para la recolección de datos, se elaboró dichas guías teniendo en cuenta cada una de las variables dependientes, ensayos realizados con equipos de laboratorio calibrados y en óptimas condiciones, documentación bibliográfica, manuales actualizados para la realización de ensayos.

Los instrumentos de recolección de datos fueron validados por el ingeniero civil German Sagastegui Vásquez con amplia experiencia

Registrado con número de colegiatura 126049, quien garantiza todos los instrumentos empleados en esta investigación.

Tabla 3

Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable independiente

VARIABLES	RECOLECCIÓN DE DATOS			
	Fuente	Técnica	Herramienta	Instrumento
Fibra de Carbono	Propiedades Físicas	Observación Directa	Herramientas de laboratorio	Ficha de observación

Nota: La tabla muestra las técnicas, herramientas e instrumentos utilizados en la presente investigación con respecto a la variable independiente.

Tabla 4

Técnicas e instrumentos de recolección de datos para la variable dependiente

VARIABLES	RECOLECCIÓN DE DATOS			
	Fuente	Técnica	Herramienta	Instrumento
Resistencia a la compresión	Propiedades Mecánicas	Observación Directa	Herramientas de laboratorio	Ficha de observación
Resistencia a la flexión	Propiedades Mecánicas	Observación Directa	Herramientas de laboratorio	Ficha de observación

Nota: La tabla muestra las técnicas, herramientas e instrumentos utilizados en la presente investigación con respecto a las variables dependientes.

2.4. Matriz de operacionalización

Tabla 5

Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de Medición
VARIABLE INDEPENDIENTE: Fibra de carbono	La fibra de carbono es una fibra sintética constituida por finos filamentos, compuesto principalmente por carbono. Cada fibra de carbono es la unión de miles de filamentos de carbono. Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico	Se realizó la dosificación de la fibra de carbono en porcentajes de 1%, 2% y 3% para el desarrollo de la investigación	Dosificaciones	-1% fibra de carbono -2% fibra de carbono -3% fibra de carbono	Guía de observación	Intervalo
VARIABLE DEPENDIENTE: Propiedades Mecánicas del Concreto	El concreto es una mezcla de un material aglomerante que al endurecer forma una masa dura y compacta, donde presenta con cierto tiempo de curado propiedades fundamentales capaces de soportar grandes esfuerzos	Se realizó la caracterización de los agregados y luego la elaboración de probetas y vigas patrón y con adiciones de fibra de carbono, donde se ensayarán a las diferentes edades de curado que fueron a los 7, 14 y 28 días	Resistencia a la compresión	Esfuerzo de rotura. Fuerza máxima Dimensiones de la muestra Largo, ancho espesor de la probeta circular Edad de la muestra	Guía de observación	Intervalo
			Resistencia a la flexión	Dimensiones de la muestra Largo, ancho espesor de la probeta prismática Edad de la muestra Ubicación de la falla	Guía de observación	Intervalo

Fuerza máxima

Módulo de ruptura

Nota: Se elaboró la matriz de operacionalización para el entendimiento general de la investigación.

2.5. Procedimiento

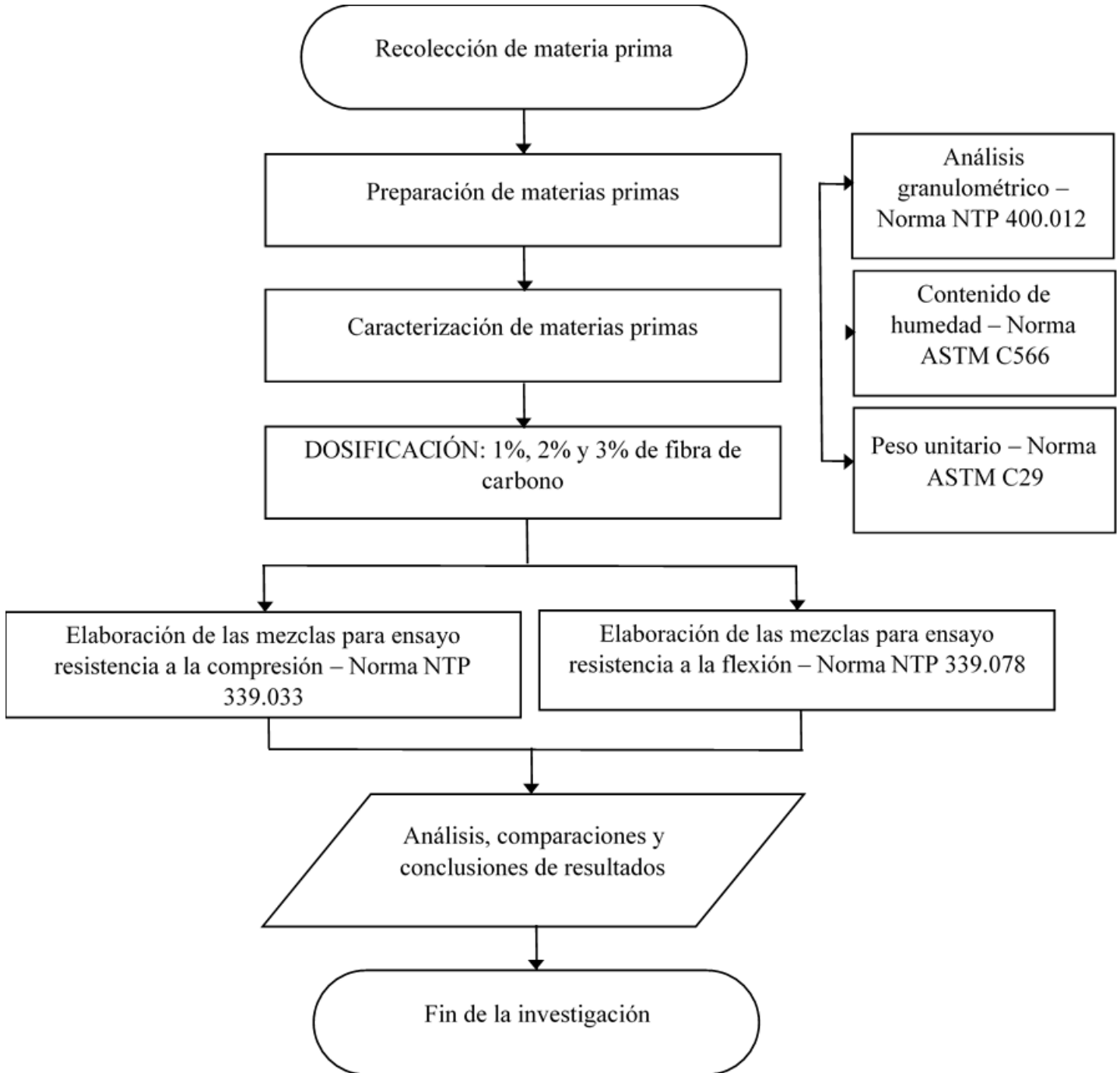
Se emplearán dos métodos en la investigación presentada, una estadística descriptiva y la otra estadística inferencial, con el primero destinado a representar mejor los resultados a través de tablas y gráficos estadísticos.

Se hizo uso de los siguientes Materiales, instrumentos y métodos a continuación:

Se usaron Mallas tamizadoras, Recipientes metálicos, Moldes cilíndricos, Moldes para vigas, Baldes, Cono de Abrams, Regla metálica, Balanza, Equipo de compresión, Equipo de flexión, Fibra de carbono, Cemento, Agregado grueso y Agregado fino.

Figura 2

Esquema de procedimiento experimental



Nota: Esquematización del procedimiento experimental en las diferentes etapas.

a) Recolección de materia prima

En el proceso de desarrollo primero se realiza la recolección de la materia prima siendo el agregado grueso, agregado fino y fibra de carbono.

b) Caracterización de materia prima

Luego se realiza la caracterización del agregado grueso y agregado fino basados en el ensayo de análisis granulométrico bajo la norma NTP 400.012, utilizando las mallas metálicas estandarizadas según norma con el objeto de conocer el tamaño de las partículas, reconociendo así el TM y TMN para el agregado grueso y el módulo de finura para el agregado fino, usando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{W_1}{W_2} \times B$$

Donde:

A: masa que incrementa en relación a la base total

W_1 : fracción fina en relación a peso de 4.75mm (N°4) en la muestra total.

W_2 : masa de la porción reducida de material más fino que la malla de 4.75mm (N°4)

B: masa incrementada en relación a la cantidad reducida tamizada.

El contenido de humedad bajo la norma ASTM C 566, utilizando recipientes metálicos previamente pesados tiene como objetivo el determinar la humedad evaporable, utiliza la siguiente fórmula:

$$\rho = 100 (W - D)/D$$

Donde:

ρ : contenido de humedad total evaporable de la muestra en %

W: masa original de la muestra en gr

D: masa de la muestra secada en gr

Para el peso unitario mediante la norma ASTM C29, se utilizó un molde 6" estandarizado para el ensayo, donde se divide en dos ensayos la determinación de peso unitario suelto el cual consiste en agregar el material y dejarlo caer sin hacer ningún reacomodo en el molde; por otro lado, el peso unitario compacto consiste en agregar el material en 3 capas realizando un reacomodo del material chuseando con una varilla, el valor lo obtuvimos mediante la siguiente fórmula:

Para el peso unitario compactado:

$$M = \frac{(G - T)}{V}$$

Para el peso unitario suelto:

$$M = (G - T) \times F$$

Donde:

M: peso unitario compactado en kg/m³

G: masa de los áridos más en el recipiente en kg

T: masa del recipiente en kg

V: volumen del recipiente en m³

F: factor del recipiente en m³

c) Diseño de mezcla

Se realiza el cálculo para el diseño de mezcla mediante datos de la caracterización para la elaboración del concreto, donde se utilizó el método ACI 211 donde se hizo uso del cemento tipo I. Se elaboraron las mezclas patrón y luego con las adiciones de la fibra de carbono en los porcentajes de 1%, 2% y 3%.

d) Curado del concreto

Mediante la norma ASTM C31 se procedieron a elaborar las probetas cilíndricas y las vigas las cuales se pusieron a curar a 7, 14 y 28 días, las 36 probetas

y las 36 vigas.

e) Ensayo resistencia a la compresión

Se realizó basada en la norma ASTM C39 para determinar la resistencia a la compresión para especímenes cilíndricos de concreto, utilizando el equipo de compresión donde se colocan los valores de las dimensiones de las probetas a ensayar y mediante las siguientes fórmulas se consiguió el resultado:

$$R = \frac{P}{A}$$

Donde:

R: esfuerzo de compresión (MPa)

P: máxima carga aplicada (kN)

A: área de la cara axial (mm²)

$$\text{Densidad} = \frac{W}{V}$$

Donde:

W: masa del espécimen (kg)

V: volumen del espécimen obtenido de la media del diámetro y de la media de la longitud (m³)

$$V = \frac{W - W_S}{\rho_W}$$

Donde:

W_S : masa aparente del espécimen sumergido

ρ_W : densidad del agua a 23° = 997.5 (kg/m³)

f) Ensayo resistencia a la flexión

Mediante la norma ASTM C 78 se realizaron los ensayos de resistencia a la flexión, calculando los resultados mediante las siguientes fórmulas:

$$r = \frac{S \times b \times d^2}{L}$$

Donde:

r: razón de carga, l/min (MN/min)

S: razón de incremento de esfuerzo, psi/min (Mpa/min)

b: ancho promedio del espécimen, plg (mm)

d: altura promedio del espécimen, plg (mm)

L: longitud entre apoyos, plg (mm)

2.6. Aspectos éticos

La presente investigación se tomó en cuenta la legitimidad del texto, empleando citas apropiadas por medio de la norma APA 7^o edición, además se consideró que la investigación científica debe respetar la propiedad intelectual de sus autores citando sus teorías y conocimientos en referencias apropiadas en fuentes bibliográficas. Además, este examen seguirá las normas vigentes para cada prueba realizada en un laboratorio certificado para verificar la exactitud de los resultados.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se presentan los resultados de los ensayos realizados de caracterización del agregado grueso y agregado fino, diseño de mezcla, y los pruebas a la compresión y flexión patrón y con la adición de la fibra de carbono, mediante tablas y grafico resumen.

Tabla 6

Caracterización del agregado fino

Ensayo	Norma	Resultado	Parámetros
Módulo de finura	NTP. 400.012 / ASTM C136	2.7	2.3 - 3.1
Contenido de humedad (%)	NTP. 329.185 / ASTM C566	0.9	-
Peso Unitario Suelto (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1731	1500 - 1800
Peso Unitario Compactado (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1896	1600 - 1900
Peso específico (kg/m^3)	NTP. 400.022 / ASTM C128	2694	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.022 / ASTM C128	2.5	0.2 - 5.0

Nota: Presentación de valores de la caracterización del agregado fino, en donde se puede verificar que todos se encuentran dentro de los parámetros.

En la tabla se observa todos los ensayos realizados al agregado fino con sus respectivas normas, además de ello se puede observar que todos están dentro de los parámetros; donde dio como resultado un módulo de finura de 2.7; el contenido de humedad es 0.9%, el peso unitario suelto un valor de 1731 kg/m^3 , el peso unitario compactado un valor de 1896 kg/m^3 , el peso específico un valor de 2694 kg/m^3 y la absorción fue 2.5%

Tabla 7
Caracterización del agregado grueso

Ensayo	Norma	Resultado	Parámetros
Contenido de humedad (%)	NTP. 329.185 / ASTM C566	0.9	-
Peso Unitario Suelto (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1634	1500 - 1800
Peso Unitario Compactado (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C29	1790	1600 - 1900
Peso específico (kg/m^3)	NTP. 400.022 / ASTM C127	2656	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.022 / ASTM C127	1.8	0.2 - 5.0

Nota: Presentación de valores de la caracterización del agregado grueso, en donde se puede verificar que todos se encuentran dentro de los parámetros.

En la tabla se muestra todos los ensayos realizados al agregado grueso con sus respectivas normas, además de ello se puede observar que todos están dentro de los parámetros; donde dio como resultado del contenido de humedad es 0.9%, el peso unitario suelto un valor de 1634 kg/m^3 , el peso unitario compactado un valor de 1790 kg/m^3 , el peso específico un valor de 2656 kg/m^3 y la absorción fue 1.8%

Tabla 8
Valores del material en seco para el diseño de mezcla

Componente	Unidad	Dosificación
Cemento	kg/m^3	440
Agua	l/m^3	205
Agregado Fino	kg/m^3	564
Agregado Grueso	kg/m^3	1128

Nota: Muestra los materiales con las cantidades a utilizar

Tabla 9
Valores del material corregido para el diseño de mezcla

CEMENTO	Unidad	Cantidad	%	Proporción en peso	volumen m^3
Cemento	kg/m^3	439.9	19	1.0	0.14
Agua	l/m^3	224.2	9	0.5	0.22
Agregado Fino	kg/m^3	569.2	24	1.3	0.21
Agregado Grueso	kg/m^3	1137.8	48	2.6	0.43
Total =		2371.2	kg/m^3		
Peso Esp. Agua	1000	kg/m^3		R a/c	0.51

Nota: Muestra los materiales con las cantidades a utilizar para el diseño de mezcla con la relación a/c.

En cuanto al diseño de mezcla se muestran los datos resueltos mediante el método ACI 211 donde se reporta en proporción en peso y el volumen en m^3 de los materiales que forman el concreto los cuales son el cemento, agregado grueso, agregado fino y agua; además de ello, la Ra/c dando como resultado 0.51 para un concreto de resistencia de 280 kg/cm^2 .

Tabla 10.
Resultados de la prueba de asentamiento

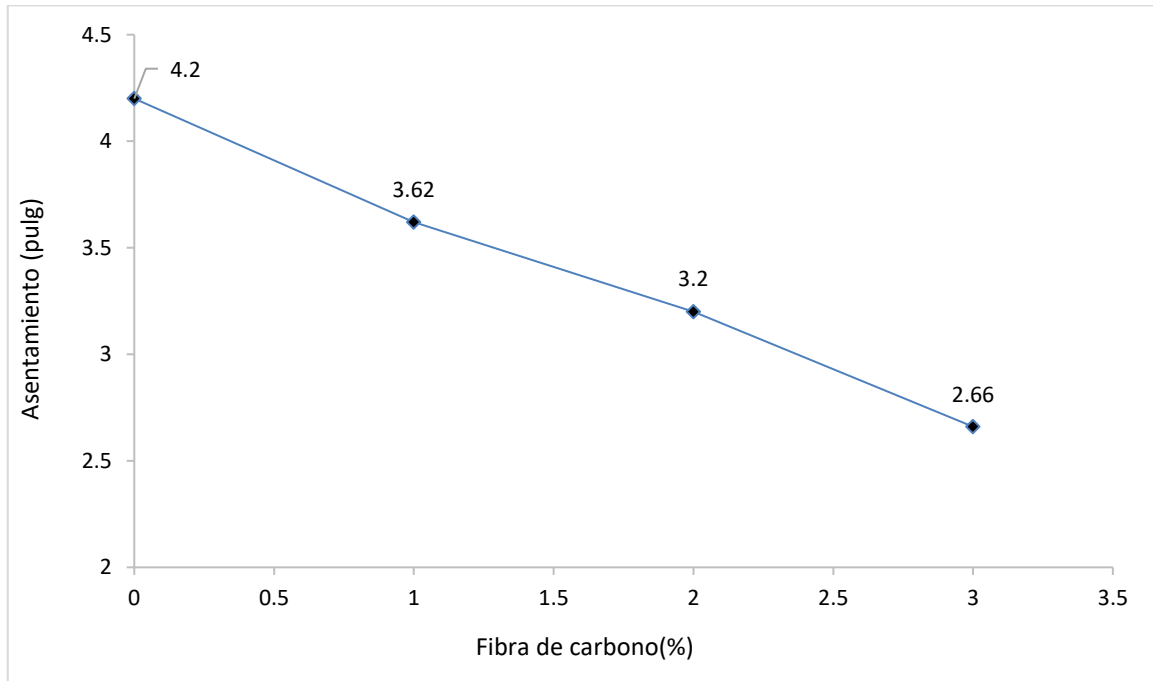
% FIBRA DE CARBONO	Asentamiento pulg
	PROMEDIO
0%	4.20
1%	3.62
2%	3.20
3%	2.66

Nota: relación de datos obtenidos durante el ensayo de asentamiento del concreto con distintas cantidades de fibra de carbono como adición.

En la tabla 8 se muestra los resultados obtenidos del ensayo de asentamiento de concreto 280 kg/cm^2 y el efecto que tuvo las distintas dosificaciones de fibra de carbono en dicha propiedad, es evidente que en los resultados existe una tendencia al descenso del asentamiento mientras más alta es la cantidad de fibra de carbono en las mezclas de concreto.

Figura 3

Resultado promedio de las pruebas de asentamiento.



Nota: En la figura se muestra los datos promedio del ensayo de asentamiento mostrando un descenso con la adición de la fibra de carbono.

Se observa para la muestra patrón un valor 4.2 pulg para luego conforme se aumenta la adición de fibra de carbono el valor de asentamiento va disminuyendo, para la adición de 1% de fibra de carbono tiene un valor de 3.62 pulg, para la adición de 2% de fibra de carbono con un valor de 3.2 pulg; luego se observa una disminución al adicionar el 3% de fibra de carbono con un valor de 2.66 pulg.

Tabla 11

Resultado de la resistencia a la compresión a 7 días

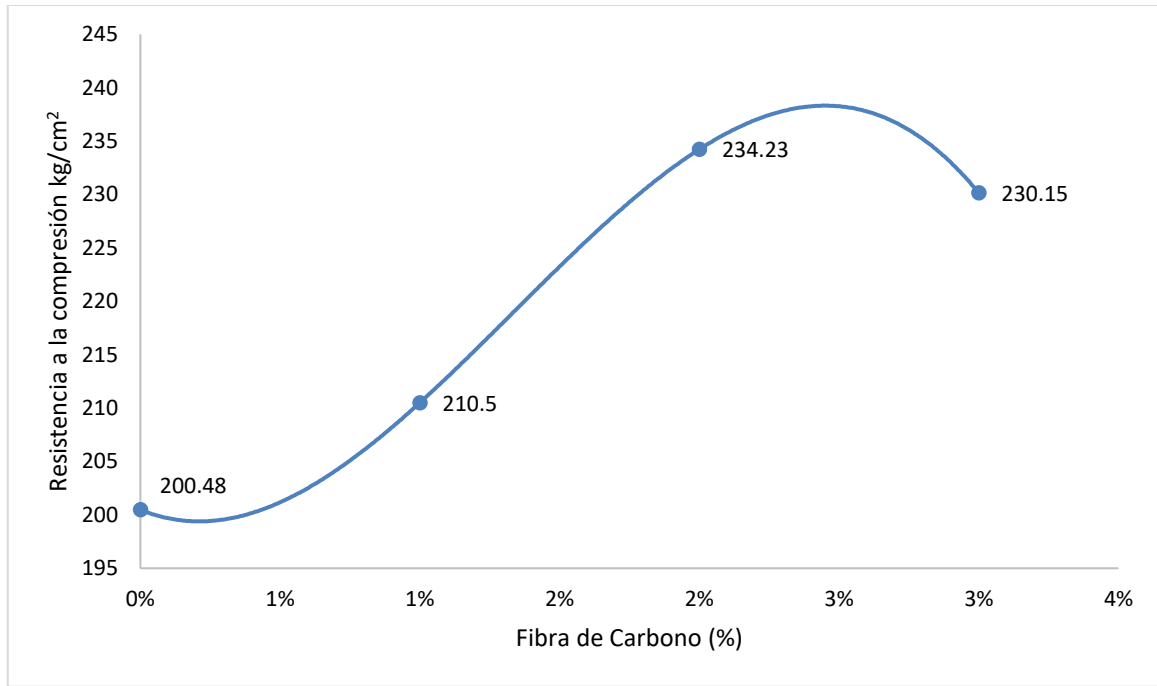
% FIBRA DE CARBONO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (7 DIAS) kg/cm^2
	PROMEDIO
0%	200.48
1%	210.50
2%	234.23
3%	230.15

Nota: En la tabla se muestra el resumen de los resultados obtenidos y el promedio del ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días de la muestra patrón y las que tienen adición.

La tabla muestra los valores de las repeticiones del concreto patrón y del concreto con la adición de 1%, 2% y 3% de fibra de carbono teniendo como resultado máximo el valor de 235.66 kg/cm^2 adicionando 2% de la fibra de carbono al concreto y como valor mínimo con la adición de 1% de fibra de carbono con un resultado de 208.02 kg/cm^2 .

Figura 4

Promedio de resistencia a la compresión a 7 días de curado.



Nota: En la figura se muestra los datos promedio del ensayo de resistencia a la compresión a 7 días mostrando un incremento con la adición de la fibra de carbono.

Se observa para la muestra patrón un valor de 200.48 kg/cm^2 para luego conforme se aumenta la adición de fibra de carbono también va aumentando, para la adición de 1% de fibra de carbono tiene un valor de 210.5 kg/cm^2 , para el uso de 2% de fibra de carbono con un valor de 234.23 kg/cm^2 ; luego se observa una disminución al adicionar el 3% de fibra de carbono con un valor de 230.15 kg/cm^2 .

Tabla 12*Resultado de la resistencia a la compresión a los 14 días*

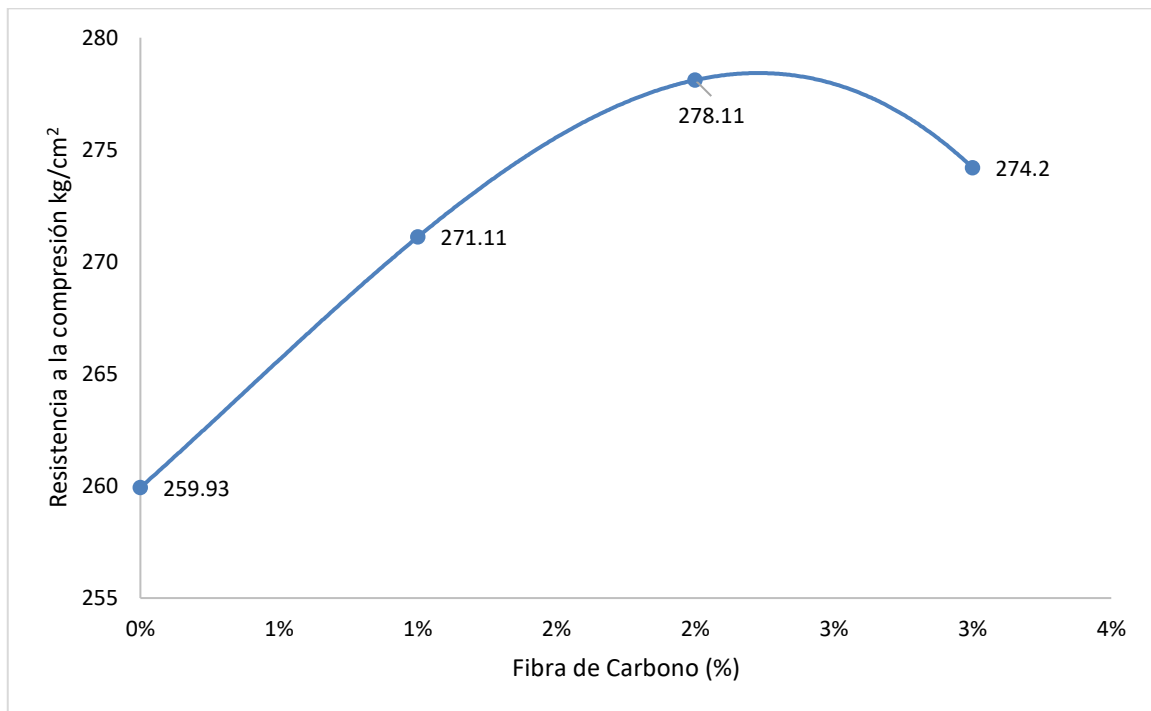
% FIBRA DE CARBONO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (14 DIAS) kg/cm ²
	PROMEDIO
0%	259.93
1%	271.11
2%	278.11
3%	274.20

Nota: En la tabla se muestra el resumen de los resultados obtenidos y el promedio del ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días de la muestra patrón y las que tienen adición.

La tabla muestra los valores de las repeticiones de las muestras sin adiciones y con adiciones de 1%, 2% y 3% de fibra de carbono teniendo como resultado máximo el valor de 278.59kg/cm² adicionando 2% de la fibra de carbono al concreto y como valor mínimo con la adición de 1% de fibra de carbono con un resultado de 269.61kg/cm².

Figura 5

Promedio de resistencia a la compresión a 14 días de curado.



Nota: En la figura se muestra los datos promedio del ensayo de resistencia a la compresión a 14 días mostrando un incremento con la adición de la fibra de carbono.

Se observa para la muestra patrón un valor de 259.93 kg/cm^2 para luego conforme se aumenta la adición de fibra de carbono también va aumentando, para la adición de 1% de fibra de carbono tiene un valor de 271.11 kg/cm^2 , para la adición de 2% de fibra de carbono con un valor de 278.11 kg/cm^2 ; luego se observa una disminución al adicionar el 3% de fibra de carbono con un valor de 274.20 kg/cm^2 .

Tabla 13
Resultado de la resistencia a la flexión a 7 días

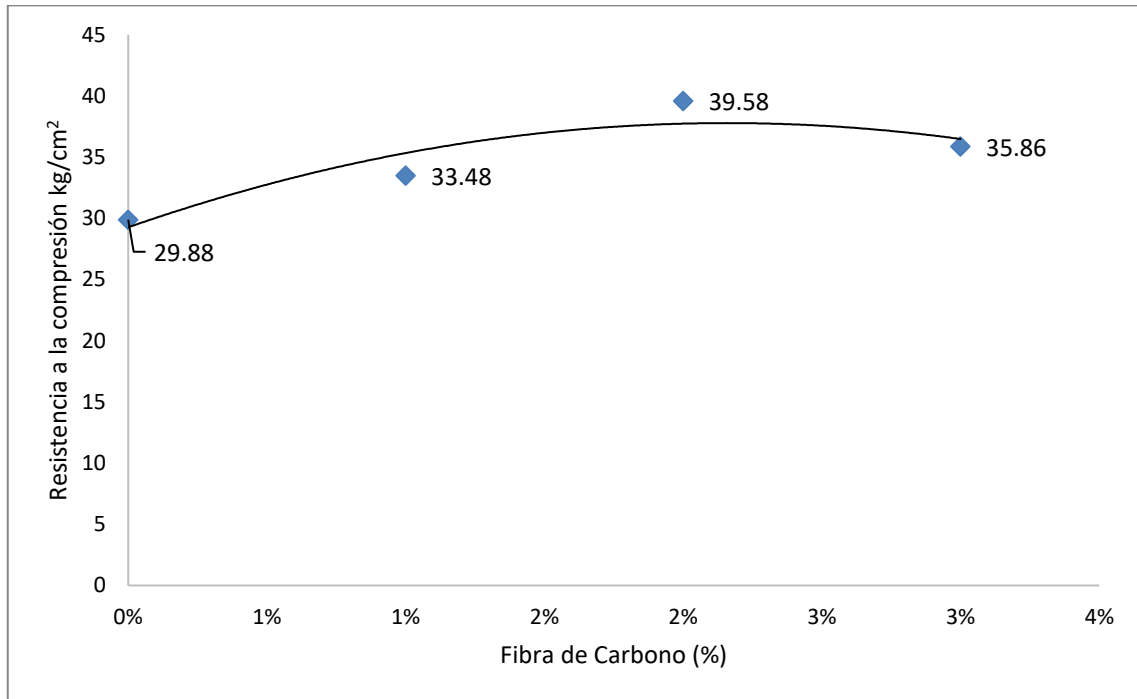
% FIBRA DE CARBONO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (7 DIAS) kg/cm^2
	PROMEDIO
0%	29.88
1%	33.48
2%	39.58
3%	35.86

Nota: En la tabla se muestra el resumen de los resultados obtenidos y el promedio del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días de curado de la muestra patrón y las que tienen adición.

La tabla muestra los valores de las repeticiones del concreto patrón y del concreto con la adición de 1%, 2% y 3% de fibra de carbono teniendo como resultado máximo el valor de 40.62 kg/cm^2 adicionando 2% de la fibra de carbono al concreto y como valor mínimo con la adición de 1% de fibra de carbono con un resultado de 33.18 kg/cm^2 .

Figura 6

Promedio de resistencia a la flexión a 7 días de curado.



Nota: En la figura se muestra los datos promedio del ensayo de resistencia a la flexión a 7 días de curado mostrando un incremento con la adición de la fibra de carbono.

Se observa para la muestra patrón un valor de 29.88 kg/cm^2 para luego conforme se aumenta la adición de fibra de carbono también va aumentando, para la adición de 1% de fibra de carbono tiene un valor de 33.48 kg/cm^2 , para se usó un 2% de fibra de carbono con un valor de 39.58 kg/cm^2 ; luego se observa una disminución al adicionar el 3% de fibra de carbono con un valor de 35.86 kg/cm^2 .

Tabla 14
Resultado de la resistencia a la flexión a 14 días

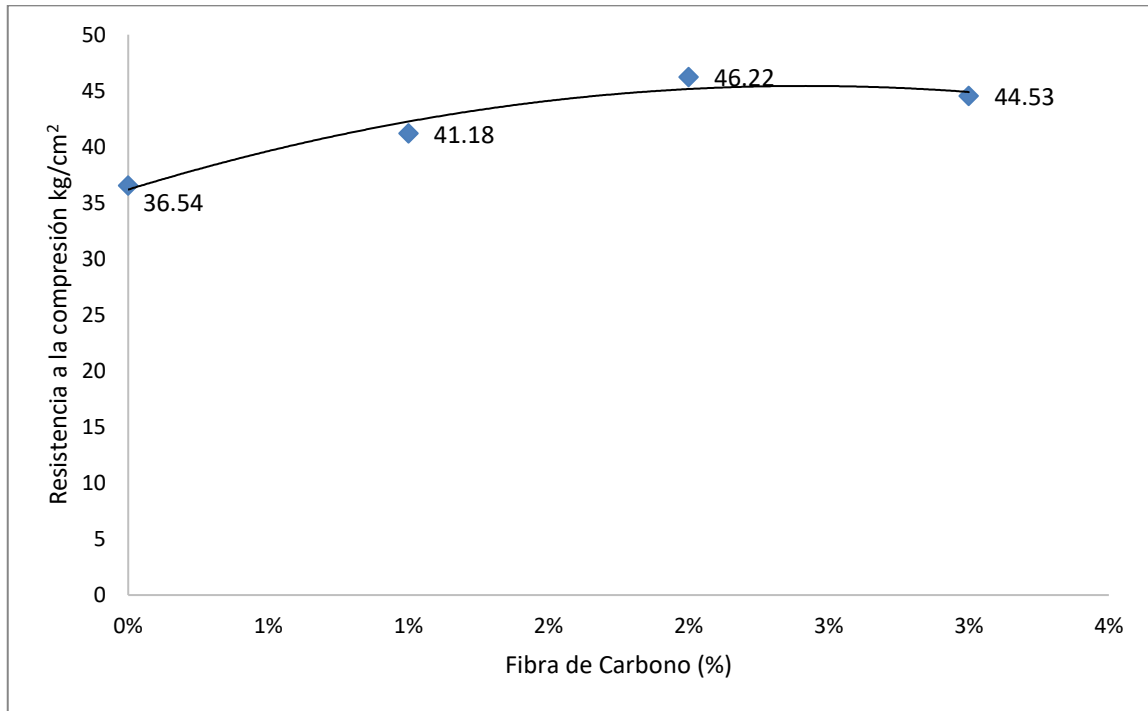
% FIBRA DE CARBONO	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (14 DIAS) kg/cm^2
	PROMEDIO
0%	36.54
1%	41.18
2%	46.22
3%	44.53

Nota: En la tabla se muestra el resumen de los resultados obtenidos y el promedio del ensayo de resistencia a la flexión a los 7 días de la muestra patrón y las que tienen adición.

La tabla muestra los valores de las repeticiones del concreto patrón y del concreto con la adición de 1%, 2% y 3% de fibra de carbono teniendo como resultado máximo el valor de 46.51 kg/cm^2 adicionando 2% de la fibra de carbono al concreto y como valor mínimo con la adición de 1% de fibra de carbono con un resultado de 40.43 kg/cm^2 .

Figura 7

Promedio de resistencia a la flexión a 14 días de curado.



Nota: En la figura se muestra los datos promedio del ensayo de resistencia a la flexión a 14 días mostrando un incremento con la adición de la fibra de carbono.

Se observa para la muestra patrón un valor de 36.54 kg/cm^2 para luego conforme se aumenta la adición de fibra de carbono también va aumentando, para la adición de 1% de fibra de carbono tiene un valor de 41.18 kg/cm^2 , para la adición de 2% de fibra de carbono con un valor de 46.22 kg/cm^2 ; luego se observa una disminución al adicionar el 3% de fibra de carbono con un valor de 44.53 kg/cm^2 .

Tabla 15
Resultado de la resistencia a la compresión a 1 28 días

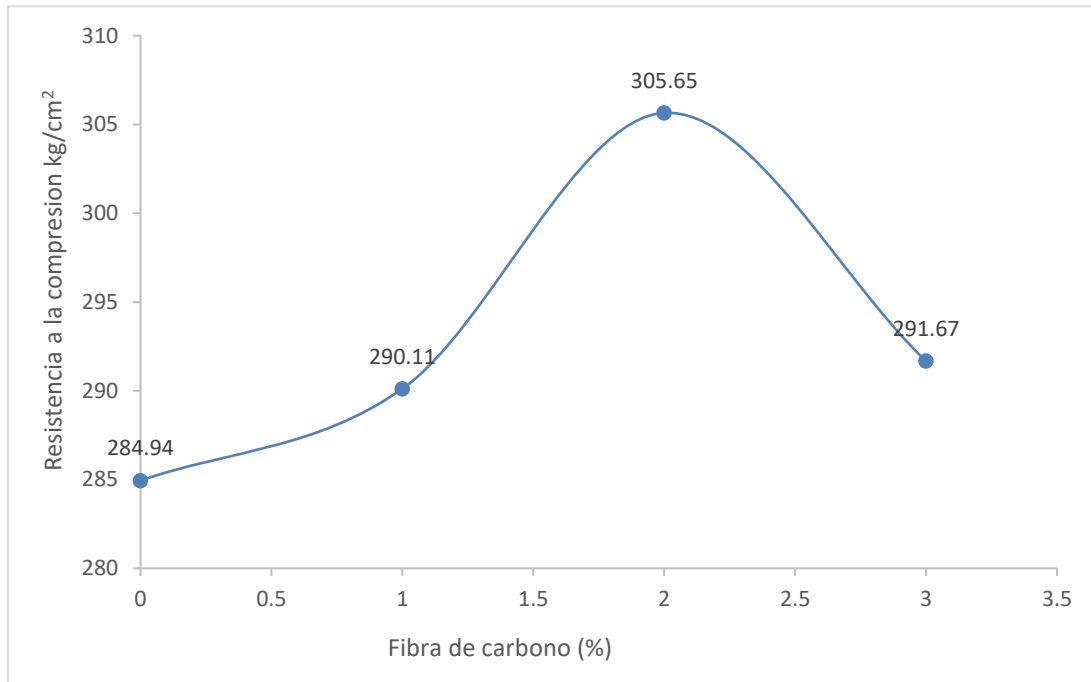
% FIBRA DE CARBONO	RESISTENCIA A LA COMPRESION (28 DIAS) kg/cm^2
	PROMEDIO
0%	284.94
1%	290.11
2%	305.65
3%	291.67

Nota: En la tabla se muestra el resumen de los resultados obtenidos y el promedio del ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días de la muestra patrón y las que tienen adición.

La tabla muestra los valores de las repeticiones del concreto patrón y del concreto con la adición de 1%, 2% y 3% de fibra de carbono teniendo como resultado máximo el valor de 305.65 kg/cm^2 adicionando 2% de la fibra de carbono al concreto y como valor mínimo con la adición de 1% de fibra de carbono con un resultado de 284.94 kg/cm^2

Figura 8

Promedio de resistencia a la compresión a 28 días de curado



Nota: En la figura se muestra los datos promedio del ensayo de resistencia a la compresión a 28 días mostrando un incremento con la adición de la fibra de carbono.

Se observa para la muestra patrón un valor de 284.94 kg/cm^2 para luego conforme se aumenta la adición de fibra de carbono también va aumentando, para la adición de 1% de fibra de carbono tiene un valor de 290.11 kg/cm^2 , para cuando se usó un 2% de fibra de carbono con un valor de 305.65 kg/cm^2 ; luego se observa una disminución al adicionar el 3% de fibra de carbono con un valor de 291.67 kg/cm^2

Tabla 16*Resultado de la resistencia a la flexión a 28 días*

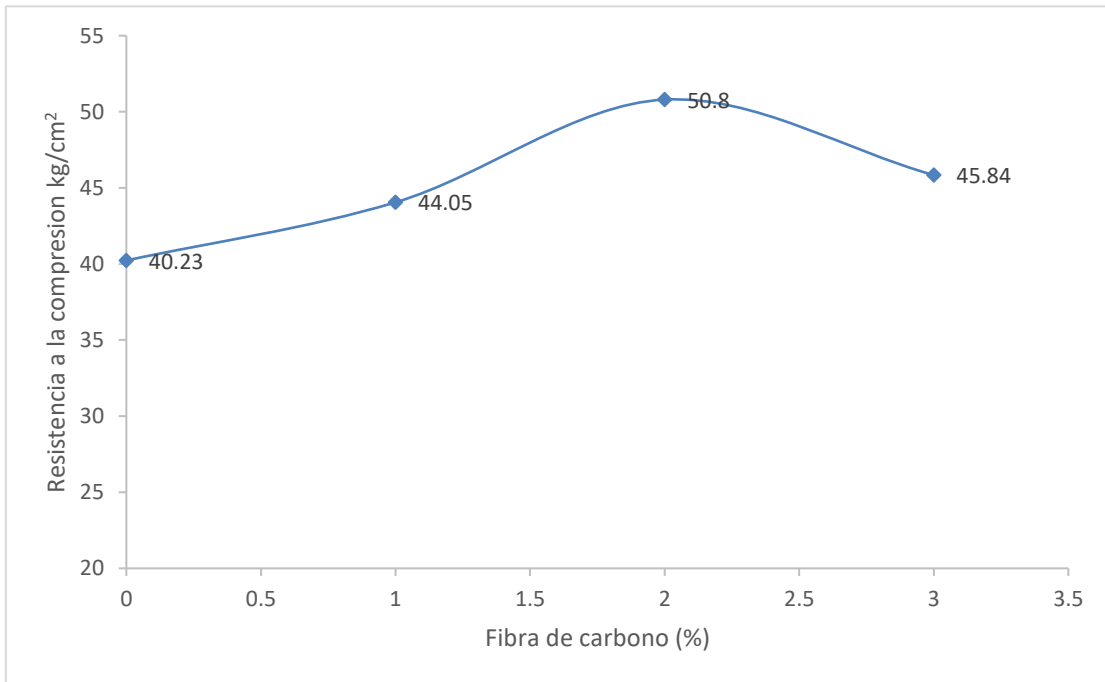
% FIBRA DE CARBONO	RESISTENCIA A LA FLEXION (28 DIAS) kg/cm ²
	PROMEDIO
0%	40.23
1%	44.05
2%	50.80
3%	45.84

Nota: En la tabla se muestra el resumen de los resultados obtenidos y el promedio del ensayo de resistencia a la flexión a los 28 días de curado de la muestra patrón y las que tienen adición.

La tabla muestra los valores de las repeticiones del concreto patrón y del concreto con la adición de 1%, 2% y 3% de fibra de carbono teniendo como resultado máximo el valor de 50.80 kg/cm² adicionando 2% de la fibra de carbono al concreto y como valor mínimo con la adición de 1% de fibra de carbono con un resultado de 45.84 kg/cm².

Figura 9

Promedio de resistencia a la flexión a 28 días de curado



Nota: En la figura se muestra los datos promedio del ensayo de resistencia a la flexión a 28 días de curado mostrando un incremento con la adición de la fibra de carbono.

Se observa para la muestra patrón un valor de 40.23 kg/cm^2 para luego conforme se aumenta la adición de fibra de carbono también va aumentando para la adición de 1% de fibra de carbono, la cual tiene un valor de 44.05 kg/cm^2 , para la adición de 2% de fibra de carbono con un valor de 50.8 kg/cm^2 ; luego se observa una disminución al adicionar el 3% de fibra de carbono con un valor de 45.84 kg/cm^2

Tabla 17
Análisis de varianza de un factor de compresión

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
197.83	11	2428.25	220.75	186.68406
258.3	11	2991.76	271.978182	39.6136364
283.89	11	3233.23	293.93	62.92358

Tabla 18
Análisis de varianza de la resistencia a la compresión

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	31025.5782	2	15512.7891	160.90	9.1631E-17	3.31
Dentro de los grupos	2892.21276	30	96.4070921			
Total	33917.791	32				

Debido a que, el F experimental (160.90) es mayor al F teórico (3.31) y que dicho valor cae en la zona de rechazo de la hipótesis nula, entonces se acepta la hipótesis alterna. Con eso se concluye que la cantidad de fibra de carbono influyen significativamente resistencia a la compresión de concreto.

Tabla 19
Análisis de varianza de un factor de flexión

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
31.24	11	385.12	35.0109091	14.3030691
35.85	11	469.72	42.7018182	12.4782764
39.59	11	503.18	45.7436364	14.0678255

Tabla 20
Análisis de varianza de la resistencia a la flexión

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	673.178642	2	336.589321	24.71	4.5324E-07	3.31
Dentro de los grupos	408.491709	30	13.6163903			
Total	1081.67035	32				

Debido a que, el F experimental (24.71) es mayor al F teórico (3.31) y que dicho valor cae en la zona de rechazo de la hipótesis nula, entonces se acepta la hipótesis alterna. Con eso se concluye que la cantidad de fibra de carbono influyen significativamente resistencia a la flexión de concreto.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

De los resultados obtenidos en la presente investigación se demostró que la fibra de carbono influyó significativamente en la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión en un concreto de 280 kg/cm², los mejores valores se obtuvieron con la adición de 2% de fibra de carbono.

Las fibras sirven como material que se interna entre las mezclas de concreto y ocupa ciertos espacios vacíos que normalmente dejaría un concreto simple o común mejorando su elasticidad inicial por lo que suelen soportar cargas más altas que un concreto común a esto se debe que se evidencian mejoras en la resistencia a la compresión y sobre todo en flexión.

En comparación con la investigación de Villoslada (2019) en la que buscó determinar las propiedades del hormigón para aumentar la flexión utilizando fibras de carbono. Después de las pruebas realizadas se concluyó que las fibras como refuerzo estructural del concreto mostraron un incremento en todas las propiedades mecánicas ensayadas en compresión a los 7 días mostraron un aumento del 94.52%, a los 14 días mostraron un aumento de 99.9% y a los 28 días un aumento de 85.6%, con respecto a los resultados de flexión, el investigador obtuvo un incremento de 49.2% a los 7 días de curado, 43% de incremento a los 14 días de curado y 28 días de curado. Mientras que, la presente investigación también demuestra incremento en la resistencia a la compresión a los 7 días de 16.8%, a los 14 días de curado un incremento de 6.99% y a los 28 días un ligero aumento de 7.27%.

Comparando a Campos (2018) cuyo objetivo principal fue determinar la relación entre las barras, correas de acero, los anclajes de fibra de carbono (tyfo SCH-14) y las mejoras en el aumento de la resistencia de las columnas de hormigón armado de sección

rectangular, el investigador concluyó que pudo mejorar la resistencia a la compresión con el uso de fibra de carbono, el incremento fue de hasta un 20% de la resistencia inicial; así mismo, también obtuvo un incremento de 20% en la resistencia a la flexión. En la presente investigación con un 2% de fibra de carbono se logró incrementar en edades tempranas 16.8% en resistencia a la compresión y 35.8% en lo que respecta la resistencia a la flexión a 28 días de curado.

Comparando los resultados con la investigación de Manrique (2019) en la que investigaron el uso de las fibras de carbono y su efecto en la resistencia a la flexión de vigas de concreto, elaboraron muestras prismáticas para la investigación, luego de los resultados el investigador obtuvo un 44.1 % de incremento máximo a los 28 días de curado cuando utilizó un 4.5% de fibra de carbono. Mientras que, en la presente investigación después de analizar los resultados obtenidos se determinó que se logró incrementar la resistencia a la flexión del concreto en un 26.3% a los 28 días de curado.

Al comparar los resultados de la presente investigación con la de Peñaloza (2010) en la que su objetivo fue optimizar el uso de la fibra de carbono, en la reparación de vigas que están sujetos a esfuerzos cortantes y de flexión. Como conclusión obtuvo que logró incrementar 20% la resistencia a la flexión; mientras que, en la presente investigación se logró un valor casi similar de 26.3% de incremento de la resistencia a la flexión, ambos a 28 días de curado.

Comparando con Contreras (2016) que en su investigación planteó como objetivo principal determinar cómo se comporta la viga de fibra de carbono durante el corte, después de obtener sus resultados llegó a la conclusión que con 2% de fibra logró un incremento máximo del 30% en la resistencia a la flexión del concreto, ahora al comparar dichos resultados con la presente investigación tenemos que existe una ligera coincidencia, con el

mismo 2% de fibra de carbono se logró el máximo valor de resistencia a la flexión, pero el incremento fue de 26.3% a los 28 días de curado.

Limitaciones

Por motivos de que los investigadores tienen labores, la ejecución de la tesis se vio retrasada.

La obtención de la fibra de carbono fue un poco dificultosa ya que es un producto que se vende en distintas presentaciones y no es común vender en Trujillo.

Obtención del tamaño uniforme de las fibras y la uniformidad durante el mezclado de las muestras de concreto.

El uso de laboratorio también dificultó en cierta manera la ejecución de la presente investigación.

La calidad de los agregados; ya que, en la zona los agregados en su mayoría tienen déficit en sus propiedades para uso en concreto.

Implicancias

Nos brindó conocimiento sobre el uso de fibra para mejorar la carencia de elasticidad de un concreto, formando así un material compuesto con mejora en sus propiedades mecánicas.

Conocimiento que el concreto simple en estado de flexión es un material con baja resistencia.

Aporte de las cantidades y nuevas alternativas de refuerzo en fibra para plataformas de concretos sujetos a estado de flexión.

4.2. Conclusiones

La fibra de carbono influyó significativamente sobre la resistencia a la compresión y flexión de concreto para pavimento rígido. Los valores mejoraron hasta el 2% de fibra, partir de allí los valores disminuyeron para ambas propiedades.

Se logró determinar el diseño de mezcla de un concreto 280 kg/cm^3 , se pudo calcular que para una mezcla para dicha resistencia se usaron los siguientes componentes: 19% de cemento, 9% de agua, 24% de agregado fino y 48% de agregado grueso.

De los resultados obtenidos podemos concluir que el mejor porcentaje de fibra de carbono fue el 2% ya que con dicha dosificación se encontró los mejores resultados de resistencia a la compresión y flexión en un concreto para pavimento rígido.

Al comparar los resultados del concreto común con el concreto con fibra de carbono, se concluye que todos los valores obtenidos del concreto con fibra son superiores al concreto convencional.

4.3. Recomendaciones

Se recomienda usar otros porcentajes para continuar con la investigación y ver la tendencia completa de los resultados.

En investigaciones del uso de fibra, es posible investigar el efecto que tiene el tamaño de la fibra en las propiedades del concreto.

Realizar concreto con el uso de fibras naturales tratadas y no tratadas para ver su efecto en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Referencias

- Al-Akhras, N., & Al-Mashraqi, M. (2021). Repair of corroded self-compacted reinforced concrete columns loaded eccentrically using carbon fiber reinforced polymer. *Construcción Mater*, 14(476), 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00476>
- Alegre, G. (2017). *Estudio de la influencia en la resistencia y ductibilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Obtenido de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2637/T030_71839432_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cabezas, E., Andradre, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Sangolqui, Ecuador: Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>
- Campos, H. (2018). *Reforzamiento con bandas y anclajes de fibra de carbono tyfo SCH-14 en columnas de sección rectangular*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. Recuperado el 29 de Mayo de 2023, de https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6797/campos_shim.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Contreras, J. (2016). *Uso de fibras de carbono como reforzamiento a corte en vigas de concreto reforzado*. [Tesis de pregrado, Universidad de La Salle]. Recuperado el 30 de Mayo de 2023, de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1236&context=ing_civil

- Del Toro, E. (2022). *Fibra de Carbono para refuerzo estructural. Ventajas y problemas*. Recuperado el 29 de Mayo de 2023, de EADIC: <https://eadic.com/blog/entrada/fibra-de-carbono-para-refuerzo-estructural-ventajas-y-problemas/>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Vol. 6ta edición). (I. E. A., Ed.) México: Mc Graw Hill.
- Huayta, C. y. (2018). *Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la Nueva Farmagro - Huachipa - Lima*. [Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres].
- Mallik, V. (2017). *Mechanical behavior of carbon and glass fiber reinforced composite materials under varying loading rates*. Tesis de posgrado, University of Michigan, Dearborn. <https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/140761>
- Manrique, D., & Paucar, M. (2019). *Uso de fibra de carbono en reforzamiento de estructuras de edificaciones, centro empresarial Camino Real, San Isidro*. [Tesis pregrado, URP Lima]. Recuperado el 29 de Mayo de 2023, de https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2637/T030_71839432_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moncayo, M., Rodriguez, J., Alcivar, & López, S. V. (24 de Noviembre de 2016). Las fibras de carbono como alternativa para reforzamiento de estructuras. *Ingenieria*, 20(1), 57 - 63. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750927006.pdf>
- Muñoz, S., Barboza, D., & Burga, R. (Mayo - Agosto de 2021). *Uso de PRFC para mejorar las propiedades mecánicas del concreto; una revisión*. *Cultura Científica y Tecnológica*, 18(2), 1-10. doi:DOI: 10.20983/CULCYT.2021.2.3.1
- Okdiario. (2018). *¿qué es y para qué sirve la fibra de carbono?* Obtenido de <https://okdiario.com/curiosidades/que-que-sirve-fibracarbono-2777714>

- Paredes, A., & Rojas, J. (2017). *Estudio del uso de sellador, varillas platinas y mantas de fibra de carbono, en el comportamiento de la losa de concreto armado de tablero del puente sobre el Río Mantaro en los Distritos de Chilca, Tre de Diciembre, Provincia de Huancayo, Chupaca, Regio*. [Tesis pregrado, Universidad Peruana del Centro] <https://repositorio.upecen.edu.pe/handle/20.500.14127/134>
- Peñaloza, J. (2010). *Rehabilitación de vigas de concreto usando fibras de carbono*. [Tesis postgrado, México D. F]. Recuperado el 29 de Mayo de 2023, de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/9153/1/5.pdf>
- Revillo, A., & Delgadillo, M. (2017). Análisis y diseño para el reforzamiento de columnas de hormigón armados con material FRP y perfiles metálicos. *Journal Boliviano de Ciencias*, 13, 54 - 62. <https://doi.org/10.52428/20758944.v13i40.649>
- Romero, H. e. (2021). *Metodología de la investigación* (Vol. 1ra edición). Corporativa Edicumbre.
- Silva, P. (2016). *Refuerzo estructural con fibra de carbono*. [Tesis de pregrado, Universidad San Francisco de Quito]. <https://library.co/document/zxo75poz-universidad-francisco-quito-refuerzo-estructural-fibra-carbono-alejandro.html>
- Stoiber, N., Hammerl, M., & Kromoser, B. (2021). Cradle-to-gate life cycle assessment of CFRP reinforcement for concrete structures: Calculation basis and exemplary application. *J. Clean*, 280(124300), 1-12. doi:doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124300
- Villoslada, M. (2019). *Uso de fibras de carbono como reforzamiento estructural en columnas de concreto, Lima 2019*. [Tesis pregrado, UCV Lima]. Recuperado el 30 de Mayo de 2023, de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49274?show=full>

Anexos

ANEXO N° 1: Evidencias de procesamiento de datos



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

DISEÑO DE MEZCLA METODO ACI 211


ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

DISEÑO DE MEZCLA 280 Kg/cm^2
ACI 211

PROYECTO : EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO 2023
SOLICITA : JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ
UBICACIÓN : TRUJILLO – LA LIBERTAD
CANTERA : CANTERA CHICAMA

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO FINO			Parámetros
Ensayo	Norma	Resultado	
Granulometría (MF)	NTP. 400.012 / ASTM C136	2.70	2.3 - 3.1
Contenido de humedad (%)	NTP. 339.185 / ASTM C566	0.9	-
P.U.S.S. (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C138	1731	1500 - 1800
P.U.C.S. (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C138	1896	1600 - 1900
Peso específico (kg/m^3)	NTP. 400.022 / ASTM C128	2694	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.022 / ASTM C128	2.5	0.2 - 5.0

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADO GRUESO			Parámetros
Ensayo	Norma	Resultado	
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	-	3/4"	-
Contenido de humedad (%)	NTP. 339.185 / ASTM C566	0.9	-
P.U.S.S. (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C138	1634	1500 - 1800
P.U.C.S. (kg/m^3)	NTP. 400.017 / ASTM C138	1790	1600 - 1900
Peso específico (kg/m^3)	NTP. 400.022 / ASTM C127	2656	2500 - 2900
Absorción (%)	NTP. 400.022 / ASTM C127	1.8	0.2 - 5.0



Ing. Jorge Barraltes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



0) $f'c$ requerida

$f'c =$	280	kg/cm^2
$f'cr =$	364	kg/cm^2

1) TMN del agregado

TMN =

2) Asentamiento requerido

SLUMP = ASTM C143 (TABLAS)

3) Volumen unitario de agua

Agua = l/m^3 (TABLAS)

4) Contenido de aire

Aire atrapado = % (TABLAS)

5) Relación agua/cemento

$f'cr$ (28 días)	$r a/c$
350	0.48
364	x
400	0.43

(TABLAS)

$r a/c = 0.47$ relación a/c de diseño

6) Factor cemento

Cantidad de cemento = 439.9 kg

FC = 10.4

7) Volumen absoluto de la pasta

Peso específico de cemento: g/cm^3 kg/m^3

Cemento: 0.141 m^3

Agua: 0.205 m^3

Aire: 0.02 m^3

m^3



8) Volumen absoluto del agregado grueso:

		0.634	m^3
M.F. Agr. Fino	2.6	2.70	2.8
	0.64	x	0.62

x=	0.630	m^3
Contenido del Agregado Grueso =	1127.70	kg/m^3
Volumen del Agregado Grueso =	0.425	m^3
Volumen (cemento, agua, aire, A.G.) =	0.791	m^3
Volumen del Agregado Fino =	0.209	m^3
Contenido del Agregado Fino =	564.17	kg/m^3
Volumen Total =	1.000	OK

9) Corrección de agua

Aporte de agua de los agregados:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \frac{\text{Masa (Kg)}}{\text{Peso Específico (Kg/m}^3\text{) @}}$$

Peso húmedo:	Agregado húmedo = Diseño Seco (1+Contenido de Humedad)/100		
	Agregado Fino =	569.2	kg/m^3
	Agregado Grueso =	1137.8	kg/m^3

Agua efectiva: vacíos por llenar

Agregado Fino =	9.03	l/m^3
Agregado Grueso =	10.15	l/m^3
Agua =	205	l/m^3
Agua Efectiva =	224.2	l/m^3

10) Valores de diseño seco

Material	Unidad	Cantidad
Cemento	kg/m^3	440
Agua	l/m^3	205
Agregado Fino	kg/m^3	564
Agregado Grueso	kg/m^3	1128


Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

11) Valores corregidos

MATERIAL	Unidad	Cantidad	%	Proporcion en peso	volumen m3
Cemento	kg/m^3	439.9	19	1.0	0.14
Agua	l/m^3	224.2	9	0.5	0.22
Agregado Fino	kg/m^3	569.2	24	1.3	0.21
Agregado Grueso	kg/m^3	1137.8	48	2.6	0.43
Total =		2371.2			
			kg/m^3		
Peso Esp. Agua	1000	kg/m^3		R a/c	0.51



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP - 339.069

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023
SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
UBICACIÓN: YOSELU GRISELDA MENDO VASQUEZ
MUESTRA: TRUJILLO - LA LIBERTAD
 VIGAS PATRÓN - 7 DIAS

FECHA DE ELABORACION 29/05/2023
FECHA DE ENSAYO 5/06/2023

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA kg	CARGA N	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA Kg/cm ²
1	151	150	450	22650	1584.00	15523.20	3.08	31.24
2	150	152	450	22800	1521.00	14905.80	2.90	29.41
3	151	152	450	22952	1509.00	14788.20	2.86	28.98
PROMEDIO							2.95	29.88

Jorge
 Ing. Jorge Bernales Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023
SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
UBICACIÓN: YOSELI GRISELDA MENDO VASQUEZ
MUESTRA: TRUJILLO - LA LIBERTAD
 VIGAS CON 1% DE FIBRAS - 7 DIAS

FECHA DE ELABORACION 30/05/2023
FECHA DE ENSAYO 6/06/2023

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA		RESISTENCIA	
					kg	N	Mpa	Kg/cm ²
1	151	152	450	22952	1719.00	16846.2	3.26	33.02
2	150	150	450	22500	1724.00	16895.200	3.38	34.23
3	151	151	450	22801	1705.00	16709.000	3.28	33.18
PROMEDIO					1716.00	16816.80	3.30	33.48

J. Alvarado
 Ing. José Barrueto Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023
SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
UBICACIÓN: YOSELI GRISELDA MENDO VÁSQUEZ
 TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA: VIGAS CON 2% DE FIBRA - 7 DIAS

FECHA DE ELABORACION 1/06/2023
FECHA DE ENSAYO 8/06/2023

MUESTRA	ANCHO	ALTURA	SPAM	AREA	CARGA	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	
	mm	mm	mm	mm ²	kg	N	Mpa	Kg/cm ²	
1	150	151	450	22650	1987.00	19472.6	3.84	38.93	
2	151	152	450	22952	2040.00	19992	3.87	39.18	
3	150	152	450	22800	2101.00	20589.8	4.01	40.62	
PROMEDIO							2042.67	20018.13	39.58

[Firma]

 Ing. Jorge Bermúdez Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

EFFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023

JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA

YOSELLI GRISELDA MENDO VÁSQUEZ

TRUJILLO - LA LIBERTAD

VIGAS CON 3% DE FIBRA - 7 DIAS

FECHA DE ELABORACION 1/06/2023

FECHA DE ENSAYO 8/06/2023

MUESTRA	ANCHO	ALTURA	SPAM	AREA	CARGA	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA
	mm	mm	mm	mm ²	kg	N	Mpa	Kg/cm ²
1	150	151	450	22650	1824.00	17875.20	3.53	35.74
2	152	151	450	22952	1894.00	18561.20	3.62	36.62
3	150	152	450	22800	1821.00	17845.80	3.48	35.21
PROMEDIO					1846.33	18094.07	3.54	35.86


Joseph Gustavo Alvarado Mendoza
Ing. Joseph Gustavo Alvarado Mendoza
REGISTRO PROFESIONAL LEGAL
Nº 107384
GRUPO IMG

ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023
SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
UBICACION : YOSELI GRISELDA MENDO VASQUEZ
MUESTRA: TRUJILLO - LA LIBERTAD
 VIGAS PATRÓN - 14 DIAS

FECHA DE ELABORACION 29/05/2023
FECHA DE ENSAYO 12/06/2023

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA kg	CARGA N	RESISTENCIA		
							Mpa	Kg/cm ²	
1	152	151	450	22952	1854.00	18169.20	3.54	35.85	
2	151	150	450	22650	1905.00	18669.00	3.71	37.57	
3	152	150	450	22800	1847.00	18100.60	3.57	36.19	
PROMEDIO							1868.67	3.61	36.54


 Ing. Joseph Gustavo Alvarado Mendoza
 INGENIERO EN CIENCIAS LEGALES
 C.O.P. N° 197384
 GRUPO IMG



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

EFFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023
SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA: VIGAS CON 1% DE FIBRA - 14 DIJAS

FECHA DE ELABORACION 30/05/2023
FECHA DE ENSAYO 13/06/2023

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA kg	CARGA N	RESISTENCIA		
							Mpa	Kg/cm ²	
1	151	151	450	22801	2144.00	21011.2	4.12	41.73	
2	151	150	450	22650	2098.00	20560.400	4.08	41.38	
3	151	152	450	22952	2105.00	20629.000	3.99	40.43	
PROMEDIO							20733.53	4.07	41.18

[Firma]
Ing. José Bustamante Villanueva
REGISTRANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023
SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
UBICACIÓN : YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA: VIGAS CON 2% DE FIBRA - 14 DIAS

FECHA DE ELABORACION 01/06/2023
FECHA DE ENSAYO 15/06/2023

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA kg	CARGA N	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA Kg/cm ²		
1	152	150	450	22800	2367.00	23196.6	4.58	46.38		
2	151	151	450	22801	2351.00	23039.8	4.52	45.76		
3	150	151	450	22650	2374.00	23265.2	4.59	46.51		
PROMEDIO							2364.00	23167.20	4.56	46.22

Jorge
 Ing. Jorge Bustos Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023

PROYECTO: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
SOLICITANTE: YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA: VIGAS CON 3% DE FIBRA - 14 DIAS

FECHA DE ELABORACION: 01/06/2023
FECHA DE ENSAYO: 15/06/2023

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA kg	CARGA N	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA Kg/cm ²
1	151	152	450	22952	2311.00	22647.80	4.38	44.39
2	152	150	450	22800	2289.00	22432.20	4.43	44.85
3	150	152	450	22800	2294.00	22481.20	4.38	44.36
PROMEDIO							4.40	44.53

Jony
Ing. Jony Bermúdez Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023
SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
UBICACIÓN : YOSELI GRISELDA MENDO VÁSQUEZ
TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA: VIGAS PATRÓN - 28 DIAS

FECHA DE ELABORACION 29/05/2023
FECHA DE ENSAYO 26/06/2023

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA		RESISTENCIA	
					kg	N	Mpa	Kg/cm ²
1	151	151	450	22801	2034.00	19933.20	3.91	39.59
2	151	150	450	22650	2054.00	20129.20	4.00	40.51
3	151	150	450	22650	2058.00	20168.40	4.01	40.59
PROMEDIO					2048.67	20076.93	3.97	40.23

J. Alvarado
Ing. Jorge Armando Villanueva
REGISTRANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023
SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
UBICACIÓN : YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ
 TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA: VIGAS CON 1% DE FIBRA - 28 DIAS

FECHA DE ELABORACION 30/05/2023
FECHA DE ENSAYO 27/06/2023

MUESTRA	ANCHO	ALTURA	SPAM	AREA	CARGA	CARGA	RESISTENCIA	RESISTENCIA
	mm	mm	mm	mm ²	kg	N	Mpa	Kg/cm ²
1	151	151	450	22801	2264.00	22187.2	4.35	44.06
2	151	150	450	22650	2251.00	22059.800	4.38	44.40
3	151	152	450	22952	2274.00	22285.200	4.31	43.68
PROMEDIO					2263.00	22177.40	4.35	44.05

J. Alvarado
 Ing. José Armando Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 ZIP N° 197384
 GRUPO IMG



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.059

EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023

PROYECTO: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
SOLICITANTE: YOSELLI GRISELDA MENDO VÁSQUEZ
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD
MUESTRA: VIGAS CON 2% DE FIBRA - 28 DIAS

FECHA DE ELABORACION: 1/06/2023
FECHA DE ENSAYO: 29/06/2023

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA		RESISTENCIA	
					kg	N	Mpa	Kg/cm ²
1	152	150	450	22800	2584.00	25323.2	5.00	50.63
2	151	151	450	22801	2597.00	25450.6	4.99	50.55
3	150	151	450	22650	2615.00	25627	5.06	51.23
PROMEDIO					2598.67	25466.93	5.02	50.80

JMV
Ing. José Bermúdez Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



ENSAYO DE FLEXION
ASTM C - 42 / NTP 339.069

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023
SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
UBICACIÓN : YOSELI GRISELDA MENDO VASQUEZ
MUESTRA: TRUJILLO - LA LIBERTAD
 VIGAS CON 3% DE FIBRA - 28 DIAS

FECHA DE ELABORACION 1/06/2023
FECHA DE ENSAYO 29/06/2023

MUESTRA	ANCHO mm	ALTURA mm	SPAM mm	AREA mm ²	CARGA kg	CARGA N	RESISTENCIA Mpa	RESISTENCIA Kg/cm ²		
1	151	151	450	22801	2324.00	22775.20	4.47	45.23		
2	151	150	450	22650	2354.00	23069.20	4.58	46.43		
3	150	151	450	22650	2341.00	22941.80	4.53	45.87		
PROMEDIO							2339.67	22928.73	4.53	45.84

J. Alvarado
 Ing. José Bernabé Vilarueta
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP 399.604

SOLICITANTE	JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ
PROYECTO	EFEECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.
MUESTRAS	PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %
1.00	PATRON	24/05/2023	31/05/2023	CILINDRICA	7.00	39.00	15.00	19.40	197.83	280	70.65
2.00	PATRON	24/05/2023	31/05/2023	CILINDRICA	7.00	39.40	14.90	19.84	202.31	280	72.25
3.00	PATRON	24/05/2023	31/05/2023	CILINDRICA	7.00	39.50	15.10	19.74	201.29	280	71.89

OBSERVACIONES:

Las probetas se ensayaron con almudadas de resqueiro en ambos lados para la correcta ejecucion del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s
A los 7 dias la resistencia debiera ser el 70% de la resistencia de diseño

Juan
Ing. Jorge Barrios Villanueva
REGISTRANTE LOCAL
CIP N° 37784
GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP 399.604

SOLICITANTE	YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
PROYECTO	EFEECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.
MUESTRAS	PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	F'c DISEÑO (Kg/cm ²)	% OBTENIDO %
1.00	1% DE FIBRA	24/05/2023	31/05/2023	CILINDRICA	7.00	39.00	14.50	20.40	208.02	280	74.29
2.00	1% DE FIBRA	24/05/2023	31/05/2023	CILINDRICA	7.00	39.40	14.90	20.81	212.20	280	76.79
3.00	1% DE FIBRA	24/05/2023	31/05/2023	CILINDRICA	7.00	39.50	15.10	20.72	211.29	280	75.18

OBSERVACIONES:

Las probetas se ensayaron con almohaditas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo

La velocidad de ensayo fue de 3 kN/s

A los 7 días la resistencia debiera ser el 70% de la resistencia de diseño


Ing. Jorge Borrero Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP 399.604

SOLICITANTE		JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA YOSELLI GRISELDA MENDO VÁSQUEZ									
PROYECTO		EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RÍGIDO, TRUJILLO, 2023.									
MUESTRAS		PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2									
N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (kg/cm^2)	F'c DISEÑO (kg/cm^2)	% OBTENIDO %
1.00	2% DE FIBRA	26/05/2023	2/06/2023	CILINDRICA	7.00	39.00	14.50	23.11	235.06	280	84.16
2.00	2% DE FIBRA	26/05/2023	2/06/2023	CILINDRICA	7.00	39.40	14.90	22.89	233.41	280	83.36
3.00	2% DE FIBRA	26/05/2023	2/06/2023	CILINDRICA	7.00	39.50	15.10	22.91	233.62	280	83.43
OBSERVACIONES:											
Las probetas se ensayaron con almudadas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo La velocidad de ensayo fue de 5.3 KN/s A los 7 días la resistencia debiera ser el 70% de la resistencia de diseño											

Ing. Jorge Bermúdez Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP 399.604

SOLICITANTE	JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ
PROYECTO	EFEECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.
MUESTRAS	PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (kg/cm^2)	F' C DISEÑO (kg/cm^2)	% OBTENIDO %
1.00	3% DE FIBRA	26/05/2023	2/06/2023	CILINDRICA	7.00	39.00	14.50	22.74	231.88	280	82.82
2.00	3% DE FIBRA	26/05/2023	2/06/2023	CILINDRICA	7.00	39.40	14.90	22.65	230.97	280	82.49
3.00	3% DE FIBRA	26/05/2023	2/06/2023	CILINDRICA	7.00	39.50	15.10	22.32	227.60	280	81.29

OBSERVACIONES:


Las probetas se ensayaron con almuadras de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo.
La velocidad de ensayo fue de 5.3 KN/s

A los 7 días la resistencia debiera ser el 70% de la resistencia de diseño

JMV
Ing. Jorge Bermúdez Villanueva
INGENIERO EN GEOTECNIA
CIP N° 197364
GRUPO IMG

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP 399.604

SOLICITANTE:		JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ										
PROYECTO:		EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.										
MUESTRAS:		PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2										
N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	F C DISEÑO (Kg/cm ²)	% OBTENIDO %	% PROMEDIO
1.00	PATRON	24/05/2023	7/06/2023	CILINDRICA	14.00	32.00	15.00	25.33	258.30	280	92.25	92.83
2.00	PATRON	24/05/2023	7/06/2023	CILINDRICA	14.00	31.00	15.10	25.74	282.48	280	93.74	
3.00	PATRON	24/05/2023	7/06/2023	CILINDRICA	14.00	34.00	15.10	25.40	259.01	280	92.50	
OBSERVACIONES:												
<p>Las probetas se ensayaron con almudadas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s A los 14 días la resistencia debiera ser el 90% de la resistencia de diseño.</p>												


 Ing. Jorge Bustos Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
NTP 399.604

SOLICITANTE YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ
JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
PROYECTO EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.
MUESTRAS PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DMS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	F C DISEÑO (Kg/cm ²)	% OBTENIDO %
1.00	1% DE FIBRA	24/05/2023	7/06/2023	CILINDRICA	14.00	31.00	15.00	26.74	272.67	280	97.38
2.00	1% DE FIBRA	24/05/2023	7/06/2023	CILINDRICA	14.00	33.00	15.00	26.58	271.04	280	96.80
3.00	1% DE FIBRA	24/05/2023	7/06/2023	CILINDRICA	14.00	32.00	15.10	26.44	269.61	280	96.29

OBSERVACIONES:

Las probetas se ensayaron con almudadas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo.
La velocidad de ensayo fue de 5.3 KN/s

A los 14 días la resistencia debiera ser el 90% de la resistencia de diseño

Jon
Ing. Jony Burnetas Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.604											
SOLICITANTE		JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ									
PROYECTO		EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.									
MUESTRAS		PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2									
N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (kg/cm^2)	F'c DISEÑO (kg/cm^2)	% OBTENIDO %
1.00	2% DE FBRA	26/05/2023	9/06/2023	CILINDRICA	14.00	39.00	14.80	27.32	278.59	280	99.50
2.00	2% DE FBRA	26/05/2023	9/06/2023	CILINDRICA	14.00	39.40	14.90	27.21	277.47	280	99.09
3.00	2% DE FBRA	26/05/2023	9/06/2023	CILINDRICA	14.00	39.50	15.00	27.29	278.28	280	99.39
OBSERVACIONES:											
Las probetas se ensayaron con almuadras de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo											
La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s											
A los 14 días, la resistencia debiera ser el 90% de la resistencia de diseño											

J. J. J.
Ing. Jorge Bustos Villanueva
REGISTRANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
NTP 399.604

SOLICITANTE	JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ
PROYECTO	EFEECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.
MUESTRAS	PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO % PROMEDIO
1.00	3% DE FIBRA	26/05/2023	9/06/2023	CILINDRICA	14.00	39.00	14.90	27.01	275.43	280	98.37
2.00	3% DE FIBRA	26/05/2023	9/06/2023	CILINDRICA	14.00	39.40	15.00	26.85	273.79	280	97.78
3.00	3% DE FIBRA	26/05/2023	9/06/2023	CILINDRICA	14.00	39.50	15.00	26.81	273.39	280	97.64

OBSERVACIONES:

Las probetas se ensayaron con almuadras de neopreno en ambos lados para la correcta ejecucion del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 KN/s

A los 14 dias la resistencia debiera ser el 90% de la resistencia de diseño


Ing. Jorge Armando Villanueva
REGISTRANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP 399.604

SOLICITANTE: JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA
YOSELLI GRISELDA MENDO VÁSQUEZ

PROYECTO: EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RÍGIDO, TRUJILLO, 2023.

MUESTRAS: PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %
1.00	PATRON	24/05/2023	21/06/2023	CLINDRICA	28.00	32.00	15.10	27.84	283.89	280	101.39
2.00	PATRON	24/05/2023	21/06/2023	CLINDRICA	28.00	31.00	15.00	28.04	285.93	280	102.12
3.00	PATRON	24/05/2023	21/06/2023	CLINDRICA	28.00	34.00	15.10	27.95	285.01	280	101.79

OBSERVACIONES:

Las probetas se ensayaron con almohadillas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 kN/s
A los 14 días la resistencia debiera ser el 90% de la resistencia de diseño

J. Alvarado
Ing. Joseph Alvarado Mendoza
REGISTRO PROFESIONAL LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
NTP 399.604

SOLICITANTE		YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.									
PROYECTO		PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^3									
N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (kg/cm^2)	F C DISEÑO (kg/cm^2)	% OBTENIDO %
1.00	1% DE FIBRA	24/05/2023	21/06/2023	CILINDRICA	28.00	31.00	15.00	28.67	292.35	280	104.41
2.00	1% DE FIBRA	24/05/2023	21/06/2023	CILINDRICA	28.00	33.00	15.00	28.34	288.99	280	103.21
3.00	1% DE FIBRA	24/05/2023	21/06/2023	CILINDRICA	28.00	32.00	15.10	28.34	288.99	280	103.21
OBSERVACIONES:											
Las probetas se ensayaron con almudadas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo											
La velocidad de ensayo fue de 5.3 KN/s											
A los 14 días la resistencia debiera ser el 90% de la resistencia de diseño											


 Ing. Jorge Ferrnades Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 ZIP N° 197384
 GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
NTP 399.604

SOLICITANTE		JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ									
PROYECTO		EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F'c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.									
MUESTRAS		PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2									
N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %
1.00	2% DE FBRA	26/05/2023	23/06/2023	CILINDRICA	28.00	39.00	14.80	30.10	306.94	280	109.62
2.00	2% DE FBRA	26/05/2023	23/06/2023	CILINDRICA	28.00	39.40	14.90	29.85	304.39	280	108.71
3.00	2% DE FBRA	26/05/2023	23/06/2023	CILINDRICA	28.00	39.50	15.00	29.97	305.61	280	109.15
OBSERVACIONES:											
Las probetas se ensayaron con almohadadas de neopreno en ambos lados para la correcta ejecucion del ensayo											
La velocidad de ensayo fue de 5.3 KN/s											
A los 14 dias la resistencia debiera ser el 90% de la resistencia de diseño											

[Firma]
Ing. Jorge Agustín Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
NTP 399.604

SOLICITATE	JOSEPH GUSTAVO ALVARADO MENDOZA YOSELLI GRISELDA MENDO VASQUEZ	
PROYECTO	EFECTO DE FIBRA DE CARBONO EN UN CONCRETO $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$ EN UN PAVIMENTO RIGIDO, TRUJILLO, 2023.	
MUESTRAS	PROBETAS DE CONCRETO 280 Kg/cm^2	

N° DE PROBETA	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	TIPO PROBETA	EDAD DIAS	Longitud (mm)	Ancho (mm)	RESISTENCIA MPa	RESISTENCIA (kg/cm^2)	F C DISEÑO (kg/cm^2)	% OBTENIDO % PROMEDIO
1.00	3% DE FIBRA	28/05/2023	23/06/2023	CILINDRICA	28.00	39.00	14.90	28.45	290.11	280	103.61
2.00	3% DE FIBRA	28/05/2023	23/06/2023	CILINDRICA	28.00	39.40	15.00	28.64	292.05	280	104.30
3.00	3% DE FIBRA	28/05/2023	23/06/2023	CILINDRICA	28.00	39.50	15.00	28.72	292.86	280	104.59

OBSERVACIONES:

Las probetas se ensayaron con almuadras de neopreno en ambos lados para la correcta ejecución del ensayo
La velocidad de ensayo fue de 5.3 km/s

A los 14 días la resistencia debiera ser el 90% de la resistencia de diseño

Ing. Jose Barrios Villanueva
REGISTRANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG



551-D Pylon Drive, Raleigh, NC 27606-1487
 800.537.4183 or 919.832.6509 fax: 919.833.5283
 email: hsi@ehumboldt.com www.humboldtmg.com

Humboldt Calibration Certificate

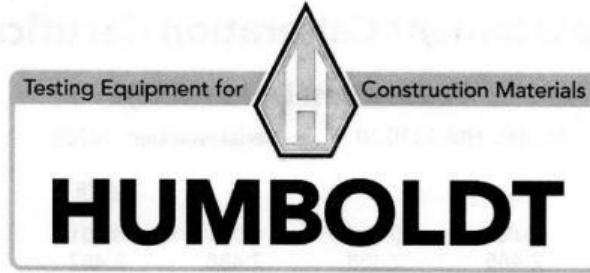
Model	HM-2300.020
Full scale Output	3.0000 mv/v
NTEP#	06-080
Serial#	314498
Capacity	2000 lb
Date	14/03/2023

Zero Balance	2.00% FS
Rated Excitation	10 Vdc
Compensated Temp. Range	14 to 104 °F
Insulation Res.	>1,000 Megohms at 50V DC
Barometric Effect	Nil
Input Resistance	385± 15Ω
Output Resistance	350± 3Ω
Minimum Dead Load	40LB
Vmin	0.200&0.080LB
Safe overload (150%)	150% of capacity
Ultimate Overload (300%)	

Wiring Code			
Red	+ Excitation	Black	- Excitation
Green	+ Output	White	- Output

Caution: Cutting cable will affect the Full Scale Output calibration and Voids warranty!

Data obtained utilizing standards traceable to the National Institute of Standards & Technology.



Displacement Calibration Certificate

Calibration Certificate

Certificate Number: 02192015150018

Instrument: HM-2310.10

Serial Number: 14703

Description: 1.0000in/25.4mm Displacement Transducer

Customer: H. W. Kessel S.A.C.

Address: Av. Ricardo Palma 905, San Antonio,
Miraflores Lima, Peru

Phone: 5112192800

Calibration Method: LSCT CALIBRATION PROCEDURE

Calibration Results: OK

Calibration Date: 14/03/2023

Next Calibration Due: 14/03/2024

Temperature (°C): 22.0

Readout HM-2470

Serial Number of Readout: 1502006

The above instrument has been processed and calibrated in accordance with HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.'s Quality Management System and applicable work instructions, and is traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST). Uncertainty of measurement was estimated at the 95% confidence level.

This certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.

Instrument Received:

Instrument Returned:

Name: David Travis

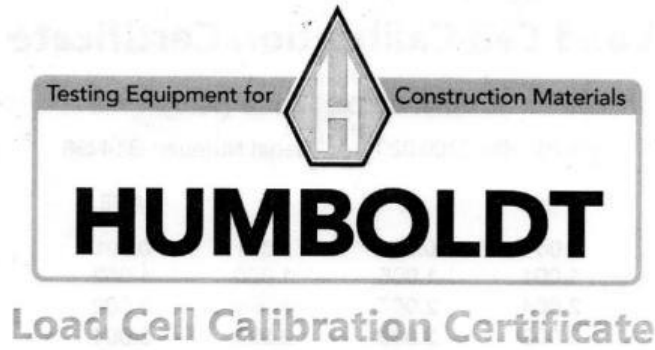
Function: Quality Team Member

Authorized Signature

HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC. 2525 ATLANTIC AVE RALEIGH, NC 27604

800.537.4183 - 919.833.5283 (fax) - hsi@humboldtmg.com - www.humboldtscientific.com

Certificate #: 02192015150018



Calibration Certificate

Certificate Number: 02202015133338

Instrument: HM-2300.020

Serial Number: 314498

Description: 2000lb/10.0kN Load Cell

Customer: H. W. Kessel S.A.C.

Address: Av. Ricardo Palma 905, San Antonio,
Miraflores LIMA PERU

Phone: 5112192800

Calibration Method: ASTM STANDARD MARKED E4

Calibration Results: OK

Calibration Date: 14/03/2023

Next Calibration Due: 14/03/2024

Temperature (°C): 22.0

Readout HM-2470

Serial Number of Readout: 1502006

The above instrument has been processed and calibrated in accordance with HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.'s Quality Management System and applicable work instructions, and is traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST). Uncertainty of measurement was estimated at the 95% confidence level.

This certificate shall not be reproduced except in full, without the written approval of HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC.

Instrument Received:

Instrument Returned:

Name: David Travis

Function: Quality Team Member

Authorized Signature

HUMBOLDT SCIENTIFIC, INC. 2525 ATLANTIC AVE RALEIGH, NC 27604

800.537.4183 - 919.833.5283 (fax) - hsi@humboldtmg.com - www.humboldtscientific.com

Certificate #: 02202015133338

BAIRES

BAIRES S.A.C.
Av. Emilio Cavenecia 225 - Of. 617
San Isidro Lima - Perú
Tel. (511) 222-5045
Fax (511) 222-5260
baires@bairesac.com
www.bairesac.com

**ACTA DE CONFORMIDAD, RECEPCION, INSTALACION,
CAPACITACION Y PRUEBA OPERATIVA**

Siendo las M. horas del 25 de Marzo del 2023 la empresa **BAIRES S.A.C.**, realiza la capacitación, instalación, puesta en marcha y prueba operativa en las instalaciones de la Facultad de Ing. Materiales - Univ. Nacional de Trujillo. el equipo que a continuación se detalla:

DESCRIPCION	CANT.	MARCA	MODELO	Nº DE SERIE
Balanza ANALÍTICA	01	Kern	ABS 220-4	WB1210018

En la recepción del citado equipo se pudo constatar:

1. Cumplimiento de especificaciones técnicas.
2. Integridad física y estado de conservación óptimo de los equipos, entregados en su embalaje tropicalizado.
3. Perfecto estado de funcionamiento del equipo, incluyendo todos los accesorios necesarios para su instalación.
4. Entrega por cada equipo de Certificado de Garantía por **12 meses**.
5. Realización a cabalidad de la Instalación y Prueba Operativa del equipo.
6. Realización de la Capacitación en el uso del equipo.

El postor ha cumplido la prestación a cabalidad sin incurrir en penalidades.

Encontrándose todo conforme, se firma el acta correspondiente.


Firma y Sello del Usuario


Firma y Sello BAIRES SAC

PANEL FOTOGRAFICO



Imagen N°01.- Se está colocando en la estufa el agregado grueso



Imagen N°02.- Se está pesando en la balanza el agregado grueso



Imagen N°03.- Ensayo de humedad



Imagen N°04.- Se está pesando en una balanza lo retenido en cada malla (agregado fino)



Imagen N°05.- Se está pesando en una balanza lo retenido en cada malla (agregado grueso)



Imagen N°06.- Se está pesando en una balanza el molde para el ensayo de Proctor



Imagen N°07.- Se está colocando en el molde para el ensayo de Proctor + agregado fino



Imagen N°08.- Se está colocando en el molde la muestra por capaz para el Ensayo de Proctor + agregado fino



Imagen N°09.- Se está colocando en el molde la muestra para el Ensayo de Proctor + agregado fino



Imagen N°10.- Se está colocando en el molde la muestra por capas para el Ensayo de Proctor + agregado fino



Imagen N°11.- Se está pensando en una balanza el molde para el ensayo de Proctor + agregado grueso



Imagen N°12.- Se está colocando el agregado fino por la malla para Granulometría



Imagen N°13.- Se está colocando el agregado grueso por la malla para Granulometría



Imagen N°14.- Se está colocando en la estufa la muestra



Imagen N°15.- Muestra obtenida de la Gravedad Especifica



Imagen N°16.- Se está colocando la muestra en la fiola ya pesada para en ensayo de Gravedad Especifica



Imagen N°17.- Ensayo de Gravedad Especifica



Imagen N°18.- Ensayo de Gravedad Especifica



Imagen N°19.- Pesando la Fiola + agua + muestra



Imagen N°20.- Se está eliminando el agua de la fiola



Imagen N°21.- Se está pesando la muestra



Imagen N°22.- Se está colocando agua destilada en al fiola para el ensayo de Gravedad Especifica



Imagen N°23.- Se está midiendo el asentamiento del hormigón



Imagen N°24.- Mezclado del concreto



Imagen N°25- Se llenado de probetas de concreto.



Imagen N°26.- Se muestran las probetas curadas en agua



Imagen N°27.- Codificando las probetas para el Ensayo de Resistencia a la compresión



Imagen N°28.- Codificando las probetas para el Ensayo de Resistencia a la flexión