



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para determinar la capacidad de disipación de energía, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:

Alejos Cruz, Ylenia Naomi (ORCID: 0000-0001-9883-3147)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

La presente investigación va dedicada con mucho cariño a mis padres y a mi hermana por haberme apoyado tantos años en lograr el objetivo de ser una profesional exitosa y así ser un ejemplo para mi hermana menor que con dedicación, esfuerzo y fuerza de voluntad, todo se puede lograr en esta vida.

Agradecimiento

Agradezco en primer lugar, a Dios por mantenerme con salud y fortaleza en un año tan difícil como me tocó vivir por el virus Covid 19. A mis padres por su apoyo incondicional en todo momento, por la oportunidad y sobre todo en darme fuerza para seguir en el largo camino de culminar mis estudios y lograr mis metas. A su vez agradezco a la universidad por su apoyo en esta situación debido a la pandemia y así darme la oportunidad de tener un futuro; al asesor Mg. Carlos Minaya por su apoyo durante el desarrollo de la presente investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO TEÓRICO.....	16
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Tipo y diseño de investigación	27
3.2 Variables y operacionalización	28
3.3 Población, muestra y muestreo, unidad de análisis	29
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	30
3.5 Procedimientos.....	31
3.6 Método de análisis de datos.....	32
3.7 Aspectos éticos.	32
IV. RESULTADOS.....	32
V. DISCUSIÓN	70
VI. CONCLUSIONES	76
VII. RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS	80
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: Recolección de datos de la tesis 1	38
Tabla 2: Resultados de la resistencia a flexión en vigas de concreto de la tesis 1	38
Tabla 3: Interpolación lineal de datos de la tesis 1 – Resistencia a flexión en vigas de concreto.....	39
Tabla 4: Resultados de la resistencia a flexión en vigas de concreto normal y con dosificaciones de 25, 35 y 45 kg/m ³ fibra metálica	39
Tabla 5: Resultados de tenacidad de la Viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón f'c = 210 kg/cm ²	45
Tabla 6: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón f'c = 210 kg/cm ² adicionando 25 kg/m ³ fibra metálica..	46
Tabla 7: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón f'c = 210 kg/cm ² adicionando 35 kg/m ³ fibra metálica..	48
Tabla 8: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón f'c = 210 kg/cm ² adicionando 45 kg/m ³ fibra metálica	49
Tabla 9: Resultados de disipación de energía de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón f'c = 210 kg/cm ² adicionando 25, 35 y 45 kg/m ³ fibra metálica.....	51
Tabla 10: Valores de diseño por m ³ de concreto patrón	52
Tabla 11: Diseño de mezcla adicionando fibra metálica	53
Tabla 12: APU del concreto patrón f'c=210 kg/cm ² – 28 días.....	53
Tabla 13: APU del concreto patrón f'c=210 kg/cm ² + Fibra metálica – 28 días	54
Tabla 14: Recolección de datos de la tesis 2	56
Tabla 15: Resultados de la resistencia a flexión en vigas de concreto de la tesis 2	56
Tabla 16: Interpolación lineal –de datos de la tesis 2 – Resistencia a flexión en vigas de concreto.....	57
Tabla 17: Resultados de la resistencia a flexión en vigas de concreto normal y con dosificaciones de 0.29%, 0.35% y 0.41% fibra de nylon.	57
Tabla 18: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón f'c = 210 kg/cm ² adicionando 0.29% fibra de nylon	60

Tabla 19: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.35% fibra de nylon	61
Tabla 20: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.41% fibra de nylon	63
Tabla 22: Valores de diseño por m^3 de concreto patrón	66
Tabla 23: Diseño de mezcla adicionando fibra de nylon	66
Tabla 24: APU del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 - 28 \text{ días}$	67
Tabla 25: APU del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2 + \text{Fibra de nylon} - 28 \text{ días}$	68

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del Colegio Ciro Alegría en Carabayllo.....	33
Figura 2. Ubicación del Colegio Ciro Alegría en Carabayllo, vista satelital.	33
Figura 3. Colegio Ciro Alegría en Carabayllo	34
Figura 4. Falla en la viga del concreto en el pabellón B del colegio Ciro Alegría. .	34
Figura 5. Ensayo de Resistencia a Flexión, recomendado por la norma ASTM C78.....	36
Figura 6. Gráfico de comparación de la Resistencia a Flexión para el CN, CFM-25, CFM-35 y CFM-45.....	40
Figura 7. Curva de comparación del % Resistencia a Flexión para el CN, CFM-25, CFM-35 y CFM-45.....	40
Figura 8. Gráfico curva carga (KN) vs. deflexión (mm).	42
Figura 9. Diseño del sistema aporticado – colegio Ciro Alegría	43
Figura 10. Función espectral – Análisis dinámico.	43
Figura 11. Asignación de la función espectral para obtener la carga sísmica dinámica.....	43
Figura 12. Combinaciones de carga según la norma E 0.60.....	44
Figura 13. Reacciones en la base de las combinaciones de carga.....	44
Figura 14. Análisis de la viga crítica B48 en el piso 1.	45
Figura 15. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. Deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	46
Figura 16. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 25 kg/m^3 fibra metálica.....	47
Figura 17. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 35 kg/m^3 fibra metálica	49
Figura 18. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 45 kg/m^3 fibra metálica	50

Figura 19. Curva de comparación del % Disipación de energía para el CN, CFM-25, CFM-35 y CFM-45.....	51
Figura 20. Gráfico de comparación de la Resistencia a Flexión para el CN, CFN-0.29, CFN-0.35 y CFN-0.41.....	58
Figura 21. Curva de comparación del % Resistencia a Flexión para el CN, CFN-0.29, CFN-0.35 y CFN-0.41.....	58
Figura 22. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.29% fibra de nylon.....	61
Figura 23. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.35% fibra de nylon.....	62
Figura 24. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.41% fibra de nylon.....	64
Figura 25. Curva de comparación del % Disipación de energía para el CN, CFN-0.29, CFN-0.35 y CFN-0.41.....	65

Resumen

En la presente investigación tuvo como objetivo general, analizar la adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para determinar la capacidad de disipación de energía en la estructura del colegio Ciro Alegría ubicado en el distrito de Carabayllo, con respecto al gráfico área bajo la curva de carga – desplazamiento, buscando disminuir las fallas dúctiles.

Este proyecto se desarrolló con el propósito de mejorar el concreto de 210 kg/cm^2 aumentando su resistencia, tenacidad y lograr un mejor desempeño, añadiéndole aditivo químico y material natural para incrementar la resistencia en las vigas de concreto del colegio Ciro Alegría y así ver el estado del concreto patrón adicionando diferentes fibras, posteriormente se realizó las comparaciones utilizando como referencia diferentes tesis y el programa Etabs.

Las presentes investigaciones emplearon metodología con diseño experimental desarrollando ensayos a flexión y para la tenacidad se analizó con el programa Etabs. Esta investigación empleo 25 kg/m^3 , 35 kg/m^3 y 45 kg/m^3 de fibra metálica, con respecto a la flexión el patrón obtuvo 26.64 kg/cm^2 , la dosificación óptima con 45 kg/m^3 obtuvo 32.20 kg/cm^2 , para la tenacidad se analizó la viga crítica B48 en el piso 1 de la estructura, obteniendo con el patrón una disipación de energía de 69.24 J y con 45 kg/m^3 obtuvo 72.01 J ; la fibra de nylon se empleó en 0.29% , 0.35% y 0.41% , con respecto a la flexión el patrón obtuvo 40.50 kg/cm^2 , la dosificación óptima con 0.41% obtuvo 47.35 kg/cm^2 , para la tenacidad se analizó la viga crítica B48 en el piso 1 de la estructura, obteniendo con el patrón una disipación de energía de 69.24 J y con 0.41% obtuvo 70.90 J .

Finalmente, se obtuvo que es favorable la adición de fibras metálicas y fibras de nylon al concreto con respecto a la resistencia a flexión, en cuanto a la tenacidad se analizó en una viga crítica de la estructura, determinando el incremento de disipación de energía a medida que aumenta las proporciones de fibra al concreto patrón; hubo un incremento en el costo por lo mismo que se esta adicionando un nuevo material al concreto y se recomendó usar dichas proporciones propuestas en la presente investigación.

Palabras claves: Fibras metálicas, fibras de nylon y disipación de energía.

Abstract

In this research, the general objective was to analyze the addition of metal and nylon fibers in concrete beams $f'_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ to determine the energy dissipation capacity in the structure of the *Ciro Alegría* school located in the district of Carabayllo, with respect to the area graph under the load-displacement curve, seeking to reduce ductile faults.

This project was developed with the purpose of improving concrete of 210 kg / cm^2 increasing its resistance, tenacity and achieving better performance, adding chemical additive and natural material to increase the resistance in the concrete beams of the *Ciro Alegría* school and thus see the state of the standard concrete adding different fibers, later comparisons were made using different theses and the Etabs program as reference.

The present investigations used methodology with experimental design developing flexural tests and for toughness it was analyzed with the Etabs program. This research used 25 kg / m^3 , 35 kg / m^3 and 45 kg / m^3 of metallic fiber, with respect to flexing the pattern obtained 26.64 kg / cm^2 , the optimal dosage with 45 kg / m^3 obtained 32.20 kg / cm^2 , for the Tenacity the critical beam B48 was analyzed on the 1st floor of the structure, obtaining with the standard an energy dissipation of 69.24 J and with 45 kg / m^3 it obtained 72.01 J ; nylon fiber was used in 0.29% , 0.35% and 0.41% , with respect to flexing the pattern obtained 40.50 kg / cm^2 , the optimal dosage with 0.41% obtained 47.35 kg / cm^2 , for tenacity the critical beam B48 was analyzed on the 1st floor of the structure, obtaining with the standard an energy dissipation of 69.24 J and with 0.41% it obtained 70.90 J .

Finally, it was obtained that the addition of metal fibers and nylon fibers to the concrete with respect to the flexural strength is favorable, regarding the toughness it was analyzed in a critical beam of the structure, determining the increase in energy dissipation as which increases the proportions of fiber to the standard concrete; There was an increase in cost due to the fact that a new material is being added to concrete and it was recommended to use these proportions proposed in the present investigation.

Keywords: Metallic fibers, nylon fibers and energy dissipation.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, a nivel internacional se ha podido precisar la sugerencia en seguir mejorando las propiedades del concreto convencional para reducir fisuras y mejorar la resistencia ante un evento sísmico, como es el caso de los demás países que presentan el mismo problema tanto Colombia, Ecuador y EE.UU, sin embargo, no se trata de algo nuevo en el mundo de la construcción, ya que antes que apareciera el cemento, las personas se ingeniaban usando materiales como el hilo, pasto y el pelo animal como agregados en la fabricación del adobe con la única finalidad de tener una vivienda segura. Con el paso de los años y el avance de la tecnología en los materiales para la construcción se desarrolló fibras de distintos materiales como son las fibras naturales, de vidrio, metálicas y sintéticas, mejorando así la resistencia del material. Añadiendo materiales de refuerzo al concreto, mejora las propiedades mecánicas;¹ es por ello que han estado en constante investigación buscando la manera de evitar fallas en la estructura del concreto adicionando fibras metálicas, sintéticas y entre otros aditivos.

A nivel nacional, se ha visto casos donde el concreto convencional muestra fallas ya sea por diversos factores, presentando viviendas en mal estado con fisuras y deformaciones que no son capaces de resistir un fuerte evento sísmico; como se ha visto en Piso, Arequipa y Puno, es por ello que han realizados varios estudios sobre refuerzo del concreto convencional implementando nuevos materiales tal es el caso de fibras de acero para mejorar sus propiedades de resistencia y tenacidad. Al utilizar los filamentos de acero en la fabricación del concreto, este incrementa sus propiedades mecánicas, como la resistencia a la flexión, control de fisuramiento, absorción de energía y durabilidad,² al lograr mejorar la propiedad de tenacidad, lo que conlleva ante un evento sísmico es que, por más que la estructura con mayor tenacidad falle, este logre permanecer unido, evitando caer grandes pedazos de concreto. Es por ello que se busca adicionar las fibras metálicas y sintéticas al concreto para una mayor tenacidad y así evitar la deformación del concreto, reduciendo fisuras y resistiendo esfuerzos a pesar que el concreto falle, de esta manera se mantiene la integridad del material.

A nivel local, en el distrito de Carabayllo, se logró observar ciertas cantidades de viviendas y colegios con deterioro en la estructura de concreto tanto vigas como

columnas, presentando fisuras y deformaciones, es por ello que entra a tallar esta investigación que se centró en el estudio del colegio Ciro Alegría en el distrito de Carabayllo ya que por ser un colegio estatal, tiene una cantidad excesiva de estudiantes que lleva a poner en riesgo si cuenta con un sistema constructivo deficiente, por tal razón ante un evento sísmico puede ocurrir muchos accidentes por tener una mala estructura de concreto, es por ello que se hace un análisis de la estructura ya que en el momento que disipa energía ocurre la deformación del concreto, por el motivo que es un concreto convencional, tiene baja tenacidad y es muy frágil ante un evento sísmico, por ello se realizó el proyecto de investigación buscando mejorar las propiedades mecánicas de las vigas de concreto del colegio Ciro Alegría evaluando el incremento de la capacidad de disipación de energía de la estructura.

La presente investigación se centró en brindar a la sociedad del distrito de Carabayllo mayor seguridad en cuanto a la estructura ante un evento sísmico, por tal razón se planteó en la investigación, adicionar las fibras metálicas que se encargan de soportar los esfuerzos después de que el concreto falle y las fibras de nylon que afectan algunas propiedades del concreto, mejorando y reduciendo las fisuras por retracción plástica; agregando estas fibras se mantuvo la integridad del elemento, permitiéndoles soportar los esfuerzos después de poder alcanzar la resistencia máxima y evitando que caiga pedazos de concreto y ponga en peligro a las personas que diariamente frecuentan el colegio. A su vez esta investigación buscó incrementar la capacidad de disipación de energía de la estructura luego de que el concreto convencional haya sido analizada y comparada con el concreto reforzado con diferentes tipos de fibra, aumentando las propiedades mecánicas tanto de resistencia y tenacidad, reduciendo de tal manera las fisuras, evitando posibles reparaciones futuras a la estructura, además lo que se busca, es que estas fibras ingresen al mercado para su uso frecuente en construcción de viviendas, colegios, hospitales, etc. en el distrito de Carabayllo, de tal manera brindarle factibilidad a la población para la utilización de estas fibras en la elaboración del concreto, con el fin de mejorar la resistencia del material y ofrecerle al ciudadano la seguridad de tener una estructura segura ante eventos sísmicos.

Para la **formulación del problema** en el proyecto, se tomó ciertas ideas con el fin de entender la investigación, es por ello que se cita a diferentes autores.

El planteamiento del problema en el proyecto debe partir de la idea del investigador a través de estudios ya existentes. Además, este debe ser innovador, directo y sin ambigüedad.³

Así mismo en la formulación del problema se debe reflejar entre la relación de variables de estudio.⁴

La formulación del problema en la presente investigación, se originó por las fallas estructurales cuando ocurre un evento sísmico ya que en ese momento el concreto se vuelve dúctil, por tal razón se buscó con esta investigación reforzar las vigas de concreto con fibra metálica y de nylon con el propósito de mejorar sus propiedades mecánicas para evaluar el incremento de la capacidad de disipación de energía del elemento y evitar deformaciones que lleguen al colapso total de la estructura.

Es por ello, que se planteó el siguiente **problema general**, ¿Cómo influye la adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante la capacidad de disipación de energía, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019?

A partir del problema principal se logró formular los **problemas específicos** de acuerdo a las dimensiones de sus variables.

1. ¿Cómo contribuye la dosificación de fibras metálicas ante las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019?
2. ¿Cómo afecta la dosificación óptima de fibras metálicas ante el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019?
3. ¿Cómo contribuye la dosificación de fibras de nylon ante las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019?
4. ¿Cómo afecta la dosificación óptima de fibras de nylon ante el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019?

Para explicar de forma detallada las razones por la que se realizó el proyecto y a quien benefició en la sociedad se planteó la **justificación de la investigación**.

La presente investigación es importante ya que mejoró las propiedades mecánicas de las vigas de concreto convencional, reforzado con fibras metálicas y de nylon, logrando incrementar la capacidad de disipación de energía del elemento estructural para evitar que caiga pedazos de concreto que pueda lastimar a personas dentro del colegio *Ciro Alegría* en Carabayllo; se obtiene así, mayor resistencia a la flexión y tenacidad en las vigas de concreto, de esta manera reforzando con fibras al elemento disminuye las fisuras y evita la deformación por eventos sísmicos, así mismo este proyecto benefició a todas las personas que diariamente frecuentan la institución educativa ya que presentó severos daños.

Para la formulación de la **hipótesis** en el presente proyecto, se tomó cierta definición con el propósito de dar una respuesta a la investigación planteada.

La hipótesis es una oración que formula el investigador después de conocer el marco teórico del tema y que debe ser pertinente con la pregunta de investigación, orientando hacia lo que se quiere comprender.⁵

Por tal razón, la hipótesis es la explicación del problema y se formuló como soluciones probables o proposiciones tentativas.

Es por ello, que se planteó **la hipótesis general**. La adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ influyen de manera positiva en la capacidad de disipación de energía, colegio *Ciro Alegría*, Carabayllo – 2019.

Las **hipótesis específicas** fueron las siguientes:

1. La dosificación de fibras metálicas contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio *Ciro Alegría*, Carabayllo – 2019.
2. La dosificación óptima de fibras metálicas afecta de manera positiva en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio *Ciro Alegría*, Carabayllo – 2019.

3. La dosificación de fibras de nylon contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.
4. La dosificación óptima de fibras de nylon afecta de manera positiva en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.

Para el planteamiento de los **objetivos** en la investigación, se tomó la idea de Abreu con el propósito de explicar a donde se quiere llegar con el proyecto.

Los objetivos propuestos por el investigador es lo que él quiere conseguir con el estudio. Así mismo los objetivos deben estar vinculados con la formulación del problema.⁶

Es por ello que, el objetivo generalmente se escribió en base al verbo en infinitivo y fue claro, ya que se planteó a partir de un problema.

De esta manera, se propuso el siguiente **objetivo general**. Analizar la adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante la capacidad de disipación de energía, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.

Los **objetivos específicos** fueron los siguientes:

1. Conocer si la dosificación de fibras metálicas contribuye en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.
2. Indicar si la dosificación óptima de fibras metálicas afecta el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.
3. Conocer si la dosificación de fibras de nylon contribuye en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.
4. Indicar si la dosificación óptima de fibras de nylon afecta el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.

II. MARCO TEÓRICO

Carranza (2018), en su tesis titulado **“Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'c=210$ kg/cm², en losas industriales en el distrito de Huarochirí - lima”** para lograr el nivel de Grado Profesional de Ingeniero Civil, sustentado en la Universidad César Vallejo, cuyo objetivo general fue como afecta la incorporación de fibras de acero en el mejoramiento del comportamiento mecánico del concreto. La metodología en la investigación fue de tipo aplicada y diseño experimental ya que se obtuvo datos con los ensayos realizados en laboratorio siguiendo las normas ya existentes, la muestra fue de 72 probetas cilíndricas y prismáticas, que fueron rotas para evaluar la resistencia a compresión y flexión y los resultados fueron que a los 28 días tuvo una resistencia a la flexión de 36.78, 48.38, 50.44 y 71.75 kg/cm² con una dosificación respectivamente de patrón, 40, 60 y 80 kg/m³, de esta manera el estudio concluye que se aumentó la resistencia a la flexión del D40, D60 y D80 en comparación del concreto patrón, en 31.54%, 37.14% y 95.08% respectivamente. Está claro que la fibra metálica ayuda a controlar las fisuras en el concreto.⁷

Flores y Mamani (2018), en su tesis titulado **“Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Force PP-48”** para lograr el grado de Título Profesional de Ingeniero Civil, sustentado en la Universidad Nacional del Altiplano, cuyo objetivo principal fue detallar la alternativa más preferible al comparar el concreto convencional añadiendo fibra de polipropileno y fibra metálica, respecto a que elemento tiene mayor resistencia a la flexión y compresión. La metodología en la investigación fue de tipo aplicada y diseño experimental, la muestra fue de 108 probetas en formas cilíndricas y prismáticas, que fueron destruidas para evaluar los esfuerzos a compresión y flexión, los resultados fueron que agregando la fibra metálica a los 28 días tuvo una resistencia a la flexión promedio R del 26.64, 28.21, 28.59, 29.76 y 34.64 kg/cm² con una dosificación del concreto normal, 20, 30, 40 y 50 kg/m³ respectivamente, de esta manera el estudio concluye que se incrementó la resistencia a la flexión al adicionar la fibra metálica en el hormigón de diseño de $f'c=210$ kg/cm², ya que aumentó significativamente la resistencia en 30.06% utilizando una dosificación de fibra de 50 kg/m³ de concreto.⁸

Sotil y Zegarra (2015), en su tesis titulado **“Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”** para lograr el nivel de Ingeniero Civil, sustentado en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, cuyo objetivo principal fue comprobar el análisis de las propiedades mecánicas (flexión, compresión y tenacidad) del hormigón sin adición en cuanto al hormigón agregando Wirand® FF3 y Wirand® FF4. La metodología empleada en la investigación fue de tipo aplicada y diseño experimental, la muestra fue de 87 probetas en formas cilíndricas y de tipo viga, que fueron rotas para evaluar la resistencia a la compresión, flexión y tenacidad, los resultados fueron que utilizando la fibra Wirand FF4 incrementó tanto en 20 y 25 kg en comparación con la fibra Wirand FF3 y sin refuerzo, con un módulo de ruptura de 4.40 y 5.57 Mpa respectivamente a los 28 días, de esta manera el estudio concluye que para la fibra Wirand FF4 con dosificación del 20 y 25 kg/m³ posee mejor capacidad a la flexión que la fibra Wirand FF3 por tener más longitud y esbeltez que la otra fibra.⁹

Machuca y Sarmiento (2016), en su tesis titulado **“Evaluación del potencial de capacidad de disipación de energía en vigas en voladizo con UHPC sometidas a cargas cíclicas”** para lograr el nivel de Magister en Ingeniería Civil, sustentado en la Pontificia Universidad Javeriana, cuyo objetivo fue comparar los patrones de fisuración en el plano generado por las cargas cíclicas en vigas en voladizo de UHPC en función de la dosificación del porcentaje de las fibras metálicas con el concreto convencional. La metodología en la investigación fue de diseño experimental porque se obtuvo datos por medio de ensayos en el laboratorio siguiendo cada norma existente, para evaluar la resistencia a compresión y flexión, los resultados a partir de los datos obtenidos del ensayo a flexión se determinaron por las curvas de carga-deflexión y fueron que la combinación de fibras ideal para la mezcla con dos tipos de UHPC es la de 50% fibra corta - 50% fibra larga, ya que ésta combinación logró tener una resistencia a la flexión de 12.5% mayor que la de fibras cortas y lisas, de esta manera el estudio concluye que la capacidad de disipación de energía incrementa en la proporción que aumenta la dosificación de fibras. Detallando que las vigas con una dosificación de 1.5% de fibras metálicas disipó 283% más de energía que las del concreto de 210 kg/ cm².¹⁰

Montoya (2016), en su tesis titulado **“Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos”** para obtener el grado de Título de Ingeniero Civil, sustentado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, cuyo objetivo específico fue detallar el hormigón más efectivo respecto a cargas de esfuerzo a flexión, entre el hormigón con refuerzo de fibra metálica y fibra de polipropileno. La metodología en la investigación fue de diseño experimental, para evaluar los esfuerzos a flexión en losas y vigas, los resultados a partir de los datos obtenidos del ensayo a flexión en vigas de concreto adicionando fibras metálicas con una dosificación de 30 y 45 kg/m³ hubo un incremento en módulo de rotura del 12% con la dosificación de 30 kg/m³ comparando con el concreto normal ya que con la otra dosificación no obtuvo incremento, de esta manera el estudio concluye que la baja dosificación de la fibra metálica es la adecuada para soportar cargas, al estar sujeta a cargas de tensión tiene un valor máximo del 80 % de lo ideal y por tener un aspecto adecuado con enganche tiene una consistencia adecuada en la mezcla del concreto.¹¹

Núñez (2016), en su tesis titulado **“Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón común con el hormigón adicionado fibras de nylon, utilizando agregados existentes en la provincia de Pastaza”** para lograr el nivel de Grado en Ingeniera Civil, sustentado en la Universidad Técnica de Ambato, cuyo objetivo principal fue verificar la relación de la resistencia a compresión del concreto normal y el concreto agregando las fibras de nylon. La metodología empleada en la investigación fue de diseño experimental porque se obtuvo datos por medio de ensayos en el laboratorio siguiendo cada norma existente, la muestra fue de 48 probetas en formas cilíndricas, que fueron destruidas para evaluar la resistencia a compresión, los resultados fueron que utilizando la fibra de nylon con dosificación de 0.5%, 1% y 1.2% a los 28 días, incrementó su resistencia a compresión con longitud de 3/4” a 271.42, 233.10 y 226.88 kg/cm² y con 2” a 244.52, 190.59 y 187.85 kg/cm² respectivamente comparados con una resistencia de 210 kg/cm², de esta manera el estudio concluye que la fibra de nylon de 3/4” de longitud agregada al 0.50%, es la fijación que obtuvo las mejores características, respecto en estado de fragua como estado duro, presentando adherencia, trabajabilidad y una resistencia adecuada.¹²

Bazgir (2016), in his thesis entitled ***"The Behavior of Steel Fibre Reinforced Concrete Material and its Effect on Impact Resistance of Slabs"*** to achieve the degree of Master of Philosophy in Structural Engineering, supported by City University London, whose main objective of study It was to broaden the researchers' finding and examine the strengthening effect of the fibers at the time of increasing the concrete and discover the mechanical behavior of the material by adding the steel filaments to different volumes of fiber fraction. The methodology used in the research was of experimental design, to evaluate in tests of traction, compression and flexion. The results obtained were that adding the steel fibers by 0.5%, 1.0%, 1.5% and 2.0%, the flexural strength of the concrete increased by 6.6%, 25.2%, 29.4% and 44.1% respectively, according to the mentioned 2.0% of fibers had the greatest effect on flexural strength, while 1.0% and 1.5% had almost similar effect on strength. The study concludes that the most evident was when the amount of fibers was increased to 2% of yield, it was in this way that favorable results were obtained. El estudio nos explica que gracias al incremento de volumen de fibras de acero se obtuvo mejor resistencia a la flexión, de esta manera concluye que al usar las fibras mejoró todos los aspectos de la capacidad del material, resistencia a la compresión, tracción y flexión.¹³

Dopko (2018), in his thesis entitled ***"Fiber reinforced concrete: Tailoring composite properties with discrete fibers"*** to achieve the Master of Science degree, sustained at Iowa State University, whose main objective of study was to establish the state of the concrete related to the implementation of reinforcing fibers and discover the parameters presented by materials such as fiber that have been subjected to various tests, focusing on the contributions of the mechanical behavior of concrete. The methodology used in the research was experimental in design, to evaluate flexural strength tests. The results obtained were that by adding the nylon fibers produced from recycled fishing nets by 1% and 1.5% with lengths of 0.5 "and 1.5", the flexural strength of the concrete increased by 25% and 27% respectively to Comparison of normal concrete, in this way the study concludes that the increase in the volume of recycled nylon fiber in reinforced concrete with 1.5% and 1.5 "in length, this obtained greater flexural strength compared to normal concrete and reinforced concrete with polypropylene fiber. El estudio nos explica que al implementar las fibras de nylon reciclada a partir de redes de pesca al concreto

para centrarse si contribuye o no en el comportamiento mecánico con dosificación de 1% y 1.5% con 0.5" y 1.5", este demostró que con el mayor volumen de 1.5% y 1.5" de longitud obtuvo mejor resistencia a la flexión a comparación del concreto normal y concreto reforzado con fibra de polipropileno.¹⁴

Öztürk (2018), in his thesis entitled "**High performance macro synthetic fiber reinforced concrete**" to achieve the degree of Master of Science in Civil Engineering, supported by Middle East Technical University, whose main objective of the study was to compare the behavior of dose 3, 6 and 9 kg / m³ in concrete reinforced with synthetic fiber, the study was carried out under different test methods. The methodology used in the research was experimental in design because data was obtained through laboratory tests following each existing standard, to assess flexural strength, the results were that using synthetic fiber with a dosage of 3%, 6% and 9% at 28 days, obtained better flexural strength using 9% fiber compared to normal concrete, in this way the study concludes that reinforced concrete with the usual dose of (3, 6 and 9 kg / m³) for the same concrete matrix, the thickest samples resulted in a higher flexural strength. El estudio nos explica que al reforzar el concreto con fibra sintética adicionando 3, 6 y 9 kg/m³ a los 28 días, la matriz de hormigón con mayor dosificación obtuvo mayor resistencia a la flexión a comparación del concreto normal.¹⁵

Alpaslan (2018), en su artículo científico titulado "**Comportamiento del concreto autocompactante compuesto (SCC) reforzado con alambres de acero de llantas de desecho**", de la Universidad Necmettin Erbakan en Turquía, cuyo objetivo general fue mejorar las propiedades del concreto utilizando fibras de acero recicladas de llantas de desecho como refuerzo. La metodología empleada fue de diseño experimental ya que se obtuvo datos por medio de ensayos en el laboratorio siguiendo cada norma existente, para evaluar la resistencia a la compresión, tensión y flexión, los resultados obtenidos fueron, que a los 28 días adicionando las fibras de acero en 1%, 2%, 3%, 4% y 5%, tuvo una resistencia a la flexión de 3.6, 3.9, 5.4, 11.7 y 11.1 MPa respectivamente, de acuerdo a lo mencionado el 5% de fibras tuvo el mayor efecto sobre la resistencia a la flexión, de esta manera el estudio concluye que la resistencia a flexión del concreto reforzado mejoró

utilizando fibras de acero de desecho con el aumento de la fracción en volumen de fibra, además la trabajabilidad del hormigón disminuyó aumentando la fibra.¹⁶

Carrillo y Silva (2016), en su artículo científico titulado “**Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero**”, de la Universidad Militar Nueva Granada en Colombia, cuyo objetivo general fue el de mejorar el desempeño de losas de concreto y optimizar los sistemas constructivos reforzadas con fibras de acero para uso en vivienda. La metodología empleada fue de tipo aplicada y diseño experimental ya que se obtuvo datos por medio de ensayos en el laboratorio siguiendo cada norma existente, la muestra fue de 8 losas cuadradas, 36 pruebas cilíndricas y 12 pruebas tipo viga, que fueron destruidas para evaluar la resistencia a la compresión, tensión indirecta y flexión, los resultados fueron que agregando la fibra de acero en el ensayo flexión en vigas del concreto en 5, 9 y 18 kg/m³, el módulo de ruptura no varía significativamente al aumentar la fibra de acero a comparación del concreto convencional teniendo 4.2 MPa, de esta manera el estudio concluye que en los ensayos de tensión por flexión, la resistencia residual y la tenacidad aumentaron a medida que se incrementó la dosificación de fibras de acero, debido a que se usaron bajas dosificaciones, inferiores a 60 kg/m³.¹⁷

Ruiz et. al (2015), en su artículo científico titulado “**Evaluación del comportamiento de vigas en voladizo de concreto reforzado con fibras ante la aplicación de cargas cíclicas**”, de la Pontificia Universidad Javeriana en Colombia, cuyo objetivo general fue evaluar el comportamiento mecánico de vigas en voladizo de concreto reforzado con diferente dosificación de fibras de acero. La metodología empleada fue de diseño experimental ya que se obtuvo datos por medio de ensayos en el laboratorio siguiendo cada norma existente, para evaluar la resistencia a la compresión y flexión, los resultados obtenidos fueron, que a los 28 días adicionando las fibras de acero con 15 y 30 kg/m³ incremento su resistencia a la flexión en 2.2 y 3.1 MPa respectivamente a los 4 mm de desplazamiento, de acuerdo a lo mencionado con 30 kg/m³ de fibras de acero tuvo el mayor efecto sobre la resistencia a la flexión en un 14.7% a comparación del concreto convencional, de esta manera el estudio concluye que la capacidad de disipación de energía incrementó en la proporción que aumenta la dosificación de fibras. Detallando que las vigas con una dosificación de 15 y 30 kg/m³ de fibras de acero

disipó energía en 189% y 260% respectivamente superior que del concreto convencional.¹⁸

Fibras

Las fibras tanto metálicas como las sintéticas son utilizadas como refuerzo al concreto para aumentar sus propiedades y eliminar la estructura convencional mejorando su comportamiento.¹⁹

Así mismo, para mezclar diferentes materiales en la elaboración del concreto adicionando fibras, es necesario el estudio del comportamiento de cada uno de ellos.²⁰

Esto quiere decir que, al introducir un elemento al concreto, es importante la interacción entre el concreto y la fibra para mejorar las propiedades mecánicas.

Las fibras al ser usadas como refuerzo de concreto, debe cumplir ciertas normas establecidas:²¹

ASTM A 820: Especificación para fibras de acero al ser usadas en el concreto como refuerzo.

ASTM C 1017/ C 1017 M: Especificación para sustancias químicas usadas en la fabricación de concreto fresco.

ASTM C 1116: Especificación para usar fibras como refuerzo de concreto.

Clasificación de las fibras

Se clasifican por los diversos materiales que componen la fibra, los más populares son:²²

- Fibras metálicas: Estas fibras son de acero, y se caracteriza por tener una relación de longitud y diámetro que varía de 20 a 100.
- Fibras sintéticas: Estas fibras se mezclan de manera aleatoria al concreto y son el polipropileno, poliéster, acrílico, nylon.
- Fibras de vidrio: Estas fibras de vidrio son resistentes al óxido.
- Fibras naturales: Estas fibras son de origen de sisal, madera, coco, caña de azúcar, yute, bambú, etc.

Fibras de Nylon

El nylon, aparte de ser un material con fines textiles, últimamente ha sido utilizado en la construcción, pues con la adición de esta fibra en el concreto ha logrado la reducción de fisuras por retracción plástica y a su vez mejorar su resistencia.²³

A comparación de otras fibras sintéticas, la fibra de nylon al ser utilizada al concreto, se logra manejar de manera más fácil gracias a su textura.²⁴

Fibras Metálicas

Las fibras metálicas se muestran de diferentes tipos, según su fabricación y estas son: las fibras de acero cortadas en láminas de acero, fibras elaboradas de alambre de acero, fibras sacadas de fusión y entre otras.²⁵

Fibras de Acero

La fibra de acero es un material de una longitud corta y una sección pequeña, para que adicionando estas fibras en la mezcla tenga el propósito de brindarle mejores propiedades mecánicas.²⁶

Así mismo, al realizar estudios experimentales, han podido demostrar que a mayor volumen de fibra de acero mejora la resistencia a la capacidad de carga, aumentando la ductilidad del material.²⁷

Uso de fibras para refuerzo en vigas de concreto

El acero de refuerzo en vigas otorga soporte exclusivamente en la dirección donde está la varilla, mientras que, al colocar las fibras de forma dispersa, esta ofrece resistencia por completo en todas las direcciones.²⁸

Por otro lado, la alternativa para mejorar la estructura es utilizando técnicas de optimización ya que facilita las dimensiones del elemento, reduciendo la cantidad de material a utilizar y logrando mejorar las propiedades, de esta manera se logra disminuir el costo y evita fallas.²⁹

El fin de reforzar el concreto con un tipo de fibra es aumentar su capacidad de carga, es por ello que a pesar que el hormigón reforzado se deforme, este sigue soportando cargas considerables ya que usa totalmente las características de la fibra.³⁰

Concreto reforzado con fibras de acero

Las fibras de acero se califican por tener una correlación de aspecto que viene hacer el resultado de la longitud entre el diámetro l_f / d_f . De acuerdo a NSR-10 sección C 3.5.8 indica que, al agregar los filamentos de acero en la elaboración del concreto, estos deben ser corrugados y debe tener una relación de esbeltez no menor a 50 y no mayor a 100.³¹

Diseño de mezcla de concreto reforzado con fibras de acero

Para desarrollar el procedimiento de diseño aprovechando las propiedades del material, este debe estar especificado en normas de diseño, que permita la disposición en la combinación de acero de refuerzo, fibras y concreto normal.³²

Por otro lado, la desunión del concreto con las fibras se basa en el comportamiento de estos elementos, es por ello que se mejoró considerando ciertas proporciones para cada material reduciendo la relación de aspecto de la fibra y se encontró compatibilidad entre ellos.³³

Así mismo, el aspecto de las fibras que contribuyen al rendimiento de la mezcla son las que dificultan la trabajabilidad, ya que no hay compatibilidad entre el agregado grueso y la fibra.³⁴

Por lo tanto, si no hay una buena compatibilidad en la mezcla, se necesita aumentar el agregado fino y agua para mejorar la homogeneidad y de esta manera origine un impacto positivo en la trabajabilidad del concreto.

Componentes del concreto con fibras de acero

Cemento

Frecuentemente se usa cemento portland entre tipo I y III, pero la preferencia del tipo de cemento depende de las condiciones que le quiere dar al material para que sea más durable.

Agregado

Así mismo, al agregar las fibras en la mezcla del concreto, depende del tamaño y espesor del agregado grueso, por lo que se sugiere un tamaño del agregado con valor límite siendo este mínimo a la mitad del largo de la fibra.³⁵

El agregado grueso no debe ser usado con un tamaño mayor a $\frac{3}{4}$ ", tal como recomienda el ACI 544.3R.³⁶

Concreto reforzado con fibras de nylon

El nylon se usa como refuerzo ya que en la guerra se aprovechó las propiedades que brindaba este material, como fueron las telas de nylon para reforzar neumáticos y mallas meteorológicas.³⁷

Así mismo, el nylon como material en la construcción brinda propiedades excelentes y beneficiosas, ya que resistente a los agentes químicos, al desgaste y es altamente manejable por la forma que tiene.³⁸

Según lo mencionado indica que, esta fibra proporciona excelentes propiedades en el elemento ya que es un material resistente a los químicos y evita la fisuración del elemento debido a sus características.

Diseño de mezcla de concreto reforzado con fibras de nylon

La proporción de concentración que recomienda el ACI 544.5R-10 para la fibra de nylon en el concreto reforzado varían en 0.5 %, 1 %, 1.2 %.³⁹

Así mismo, mezclando los materiales del concreto con la fibra de nylon brinda una buena adherencia, además busca restablecer la capacidad estructural del elemento en cuanto al rendimiento mecánico.⁴⁰

Capacidad de disipación de energía en vigas de concreto

La capacidad de disipar energía de cualquier elemento estructural va a depender de la tenacidad (momento donde ocurre la primera grieta del material), esto quiere decir que a mayor disipación de energía se logra menor deformación, por ende, fallas dúctiles.⁴¹

Así mismo, la capacidad de disipación de energía surge con la tecnología en el momento de mejorar los materiales y volver una estructura resistente para que sea capaz de absorber energía ocasionada por un evento sísmico y disiparla, y de esta manera evitar el colapso de la estructura.⁴²

Toda estructura de concreto tiene la capacidad de disipar energía ya que el concreto convencional es muy frágil y de baja tenacidad, llega a ocurrir fisuras y

deformaciones. A la vez esta capacidad depende de la medida de absorber energía antes que el material se agriete.

Propiedades mecánicas del concreto con fibras de acero

Las distintas formas de los filamentos de acero agregando al hormigón son apropiadas como refuerzo, ya que aumentan la ductilidad, tenacidad, resistencia a la flexión, compresión, tracción y al impacto, a su vez se debe mezclar el concreto eliminando los huecos.⁴³

Propiedades mecánicas del concreto con fibras de nylon

La fibra de nylon como material de refuerzo está caracterizada por tener excelente propiedad mecánica como es la alta calidad al desgaste, señal de fundición alta, resistencia al impacto, elevada resistencia a la fatiga, buen soporte a solventes orgánicos.⁴⁴

Resistencia

Al invertir en el desarrollo de nuevos productos para un concreto de alto rendimiento, es importante calcular los parámetros para la resistencia del material, el propósito es incrementar la capacidad para que este sea capaz de resistir a agentes agresivos.⁴⁵

Tenacidad

La tenacidad, es la propiedad del elemento que se encarga de determinar la capacidad que tiene el tipo de fibra para continuar resistiendo a pesar que el agrietamiento haya iniciado, evitando llegar al colapso del elemento.⁴⁶

Así mismo Muñoz y Mendoza (2012) señalan que aparte de la tenacidad, la otra propiedad importante en el concreto reforzado es la durabilidad ya que influye considerablemente en la vida útil de la estructura, en donde se comprueba la capacidad que tiene el concreto para soportar cargas.⁴⁷

A su vez Mármol (2010), indica que el factor que más interviene en la tenacidad es la disposición de adherencia que posee la fibra.⁴⁸

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Diseño de investigación

El diseño de la investigación es experimental ya que se procede a la manipulación de la variable que aún no está comprobada, en situaciones severamente inspeccionadas, especificando la razón o condición que da un suceso en la sociedad con el fin de dar solución.⁴⁹

Por ello, este trabajo tuvo un diseño de investigación **experimental**; ya que ocurrió la manipulación de dos variables independientes, donde el investigador comprendió los resultados en función de la variable dependiente, con el fin de verificar la hipótesis planteada en la investigación.

Tipo de investigación

La investigación se divide en básica y aplicada, donde la básica tiene el propósito de adquirir nuevos conocimientos de hechos o fenómenos y la aplicada se centra en obtener conocimiento adaptable para dar solución a los problemas.⁵⁰

Por otro lado, la investigación pura se encarga del objeto de estudio ya que surge un avance científico, a diferencia de la investigación aplicada que se encarga del conocimiento ya existente.⁵¹

Con respecto a lo mencionado, el tipo de investigación se basa en dos teorías que son la básica que está orientado en crear una norma, ley o va descubrir una definición nueva y, por otro lado, la aplicada que se refiere en dar solución a cualquier problema de la sociedad enfocándose en teorías ya propuestas.

Así mismo, la investigación aplicada es recomendable cuando el trabajo de investigación busca la solución de problemas de su entorno como situaciones cotidianas.⁵²

Dicho esto, este trabajo fue de **tipo aplicada**, ya que se buscó reforzar las vigas de concreto adicionando fibras metálicas y de nylon, mejorando así el concreto convencional ya que es muy frágil y tiene la condición de presentar fisuras, de esta manera se dio la solución al problema del concreto incrementando la capacidad de disipación de energía, ya que aumentó la tenacidad y resistencia del material.

Nivel de investigación

Este tipo de investigaciones se basan en explicar como sucede un fenómeno, y en qué limitaciones se da el desarrollo. Expresa el modo en que se vinculan las variables.⁵³

El presente proyecto fue de **nivel explicativo**, ya que permitió explicar y entender la relación causa y efecto de las variables de estudio, permitiendo comprender el problema y dando solución a la interrogante formulada.

Enfoque de investigación

La investigación cuantitativa su mismo nombre lo dice, cantidad, es por ello que su medio primordial es el cálculo y la medición. Por tal razón, el enfoque de esta investigación es de método cuantitativo ya que indica la necesidad de medir las variables de estudio.⁵⁴

Según lo mencionado, el presente trabajo fue de **enfoque cuantitativo**, ya que el estudio reunió datos de acuerdo a las variables que fueron: las fibras metálicas, fibras de nylon y la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.2 Variables y Operacionalización

Variables

Las variables son importantes en el trabajo de investigación porque cada variable se estudia y se relacionan entre sí, ya que estas intervienen en toda la fase del proyecto.⁵⁵

Así mismo, el método científico se clasifica en dos tipos de variable; la primera es la variable independiente – causa, es aquella que el investigador manipula; la segunda es la variable dependiente – efecto, es aquella parte que muestra lo que el investigador debe explicar.⁵⁶

Es por ello que, en esta presente investigación, se hizo mención a dos variables independientes y una variable dependiente.

Variables independientes: Fibras metálicas, Fibras de nylon

Variable dependiente: Capacidad de disipación de energía en vigas de concreto
 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Operacionalización de variables

La Operacionalización o diseño de las variables es un proceso donde las variables independientes y dependientes se desglosan de un nivel de complejidad a un nivel práctico que viene hacer el indicador, con el fin de lograr ser medible y observable.⁵⁷

Por tal razón, la Operacionalización de variables se encuentra explicado en la Matriz de Operacionalización en la sección (Anexo 02).

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Unidad de análisis

La unidad de análisis son elementos de estudio de una población, que se identifica al plantear la investigación con el fin de realizar un estudio para obtener datos y resultados.⁵⁸

Ante lo explicado anteriormente, se pudo detallar que la unidad de análisis fueron las **vigas de concreto** por lo que en el presente proyecto se incluyó en la variable dependiente, ya que se ha ido estudiando a lo largo de la investigación.

Población

La población es el total de los elementos que el investigador quiere estudiar y sobre el que va obtener resultados, es por ello que se requiere delimitar la población para definir la muestra.⁵⁹

Según lo mencionado para escoger la muestra en el presente proyecto, se indicó la población, conformada por **todas las vigas de concreto del colegio Ciro Alegría en Carabayllo.**

Muestra

La muestra es una parte representativa de la población en la que se va a trabajar, es por ello que elegir la muestra es importante ya que se analiza mejor las variables, permitiendo el control de las variables de estudio.⁶⁰

Respecto a lo mencionado, este trabajo de investigación tuvo el tipo de **muestra no probabilístico**, ya que la elección de la muestra fue seleccionada por criterio del investigador. Indicando esto, se pudo señalar que la muestra fue: **Las vigas de concreto del Pabellón B del colegio Ciro Alegría en Carabayllo.**

Muestreo

Hay dos tipos de muestreo: probabilísticos y no probabilísticos; el primero se refiere a que todos los miembros de la población tienen la misma posibilidad de ser parte de la muestra y el no probabilístico, se refiere a que el investigador selecciona a los miembros de una población para pertenecer a la muestra según su criterio e intención.⁶¹

Ante lo explicado, en la presente investigación se determinó el proceso de cómo se seleccionó la muestra, es por ello que el muestreo fue de **tipo no probabilístico** ya que el investigador por criterio propio eligió la cantidad de vigas de concreto del Pabellón B del colegio Ciro Alegría en Carabayllo.

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

Técnica de recolección de datos

Existen diferentes técnicas de obtener datos, recolectando de fuentes primarias y secundarias, esta última hace énfasis a la técnica de análisis documental, ya que recolectan datos por medio de revistas, libros y folletos a cerca de las variables de estudio.⁶²

Con respecto a lo mencionado, en la presente investigación se usó la **técnica de análisis documental**, ya que gracias a los resultados de ensayos de resistencia a la flexión y tenacidad de diferentes tesis, se recolectó diversos datos con respecto a la dosificación de cada fibra metálica y fibra de nylon como refuerzo en vigas de concreto.

Instrumento de recolección de datos

La investigación de enfoque cuantitativo se aplica un instrumento de medición para las variables, que viene hacer el medio por donde se obtiene datos, de esta manera en el momento de medir, se cuantifica y estandariza los datos.⁶³

En la presente investigación se pudo detallar que el instrumento de recolección de datos fue **la ficha de registro de datos** que el investigador elaboró. Es por ello que gracias al instrumento se logró obtener datos importantes y necesarios en la investigación con la técnica de análisis documental.

Validez

La validez es la esencia del instrumento que se basa en medir los indicadores de la variable que debe ser medido, a su vez este instrumento debe ser adecuado y preciso.⁶⁴

Por ello, la validación en la presente investigación, fue medida con la **validez racional**, ya que con este método permitió al investigador recolectar datos de las diversas tesis, donde se indicó de esta manera los resultados de los ensayos según la Norma ASTM y NTP.

Confiabilidad

El objetivo del proyecto es detallar la relación de la práctica y el conocimiento por medio de validez y la probabilidad, esta combinación permite determinar la confiabilidad de la investigación.⁶⁵

Según lo mencionado, la confiabilidad en la presente investigación ha sido con respecto a la **certificación de laboratorio** de las diversas tesis para la recolección de datos, ya que de esta manera se obtuvo la calibración de las máquinas y los porcentajes de confianza en cuanto a los resultados realizando el proceso con total calidad, es por ello que se verificó si los equipos estuvieron actualizados.

3.5 Procedimientos

El presente trabajo de investigación consistió en recolectar datos referentes a las vigas de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y vigas de concreto reforzado con fibras metálicas y fibras de nylon hechas en laboratorio por medio de fuentes secundarias como son las tesis, con respecto a los ensayos a flexión y tenacidad obteniendo gráficos de carga - desplazamiento y a partir del área bajo la curva carga – deflexión se determina el diagrama de energía en función del desplazamiento para evaluar el incremento de la capacidad de disipación de energía del concreto, posteriormente se hizo la comparación en el plano del colegio Ciro Alegría en

Carabayllo donde se verificó las vigas de concreto convencional del Pabellón B y concreto reforzado con fibras metálicas y de nylon obtenidas con la tabulación de datos que se realizó de diferentes tesis, verificando el concreto obtenido a través del programa ETABS, y de esta manera se logró conseguir los resultados adecuados, mejorando las propiedades mecánicas del concreto, incrementando así la capacidad de disipación de energía.

3.6 Métodos de análisis de datos

El método de análisis de datos ha sido por medio de la interpretación de los resultados obtenidos mediante los ensayos guiados por el ACI, ASTM y NTP, estas fueron analizadas según lo que manifestó cada norma, con el único fin de que cada resultado contribuya con la hipótesis propuesta, los objetivos planteados y se llegue a una conclusión beneficiosa con respecto a la investigación.

3.7 Aspectos éticos

En la presente investigación se presentó una cantidad considerable de trabajos previos precedentemente por otros autores, sujeto a ello, la autora de esta investigación respetó el derecho del autor, es decir, no cambio ni alteró los valores mencionado por estas personas ya que es de gran importancia en la investigación. Posteriormente, en el marco teórico, se respetó las fuentes de donde se consiguió información, citando y parafraseando según lo indicado por la norma ISO 690 - 2010, manejada por la Universidad César Vallejo para manifestar la idea o concepto valido impuesta por los autores.

IV. RESULTADOS

4.1. Ubicación Geográfica

La muestra obtenida de la presente investigación fue recogida en el distrito de Carabayllo, provincia de Lima, departamento de Lima, ubicada en la localidad El Progreso, como se muestra en la figura del Google Maps.

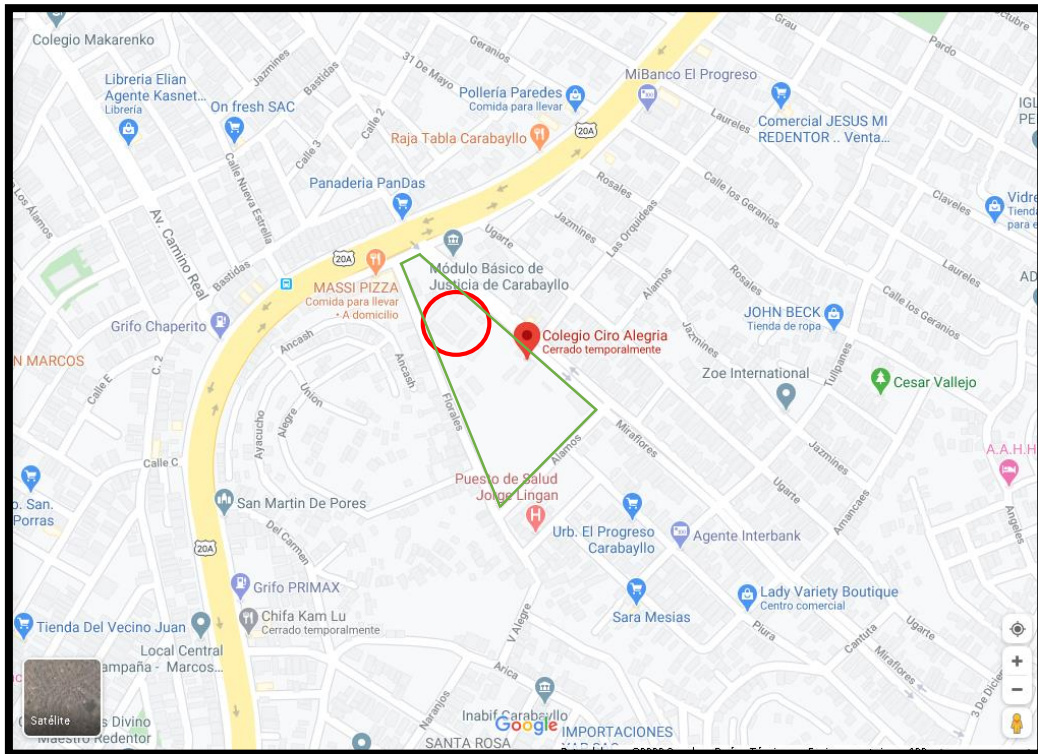


Figura 1. Ubicación del Colegio Ciro Alegría en Carabaylo

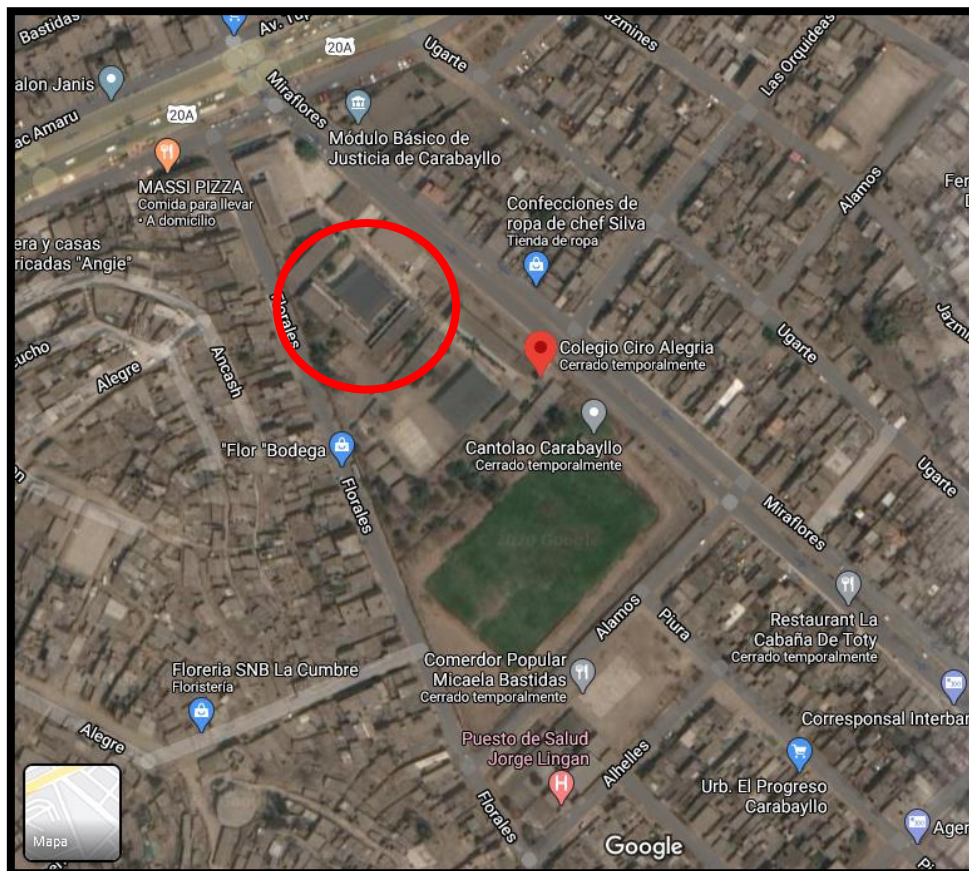


Figura 2. Ubicación del Colegio Ciro Alegría en Carabaylo, vista satelital

De esta manera se localizó el Km. 19 de la de la Av. Túpac Amaru, con dirección Las Orquideas, Carabayllo 15321, para recoger la muestra ya que presenta fisuras en las vigas de concreto.



Figura 3. Colegio Ciro Alegría en Carabayllo



Figura 4. Falla en la viga del concreto en el pabellón B del colegio Ciro Alegría

4.2. Trabajo de obtención de datos

En marzo de 2020 el Perú se decretó estado de emergencia (inmovilización domiciliaria) y toque de queda, así mismo se vivió la emergencia sanitaria por el virus el Covid 19 ya que se convirtió en una Pandemia Nacional, no se podía salir de las casas, se prohibió transportes en buses tanto locales como interprovinciales, por ende, se cerraron todas las empresas de comercio, construcción y los Laboratorios de Suelos y Concreto, es por ello que la mejor forma del recojo de datos para la elaboración del Desarrollo del Proyecto de Investigación fue mediante la técnica de Análisis Documental ya que se da por medio de fuentes secundarias como son las tesis nacionales e internacionales.

Con este método se dio la oportunidad de recolectar datos mediante el acceso a la información de los ensayos realizados de las diversas tesis presentados en los repositorios de las Universidades que contaban con la carrera de Ingeniería Civil a nivel nacional e internacional, así mismo se obtuvo las teorías de los Artículos Científicos los cuales se encontraban en las páginas web de las revistas de investigación online.

4.3. Trabajo de laboratorio

Las tablas y figuras presentadas en la presente investigación fueron de diseño de mezcla, ensayos de resistencia a la flexión y tenacidad del concreto que se muestran a continuación, fueron obtenidas por medio de la técnica de análisis documental, los cuales el diseño de mezcla y resistencia a la flexión del concreto adicionando fibra metálica se obtuvo en los ensayos realizados de la tesis de Flores y Mamani (2018) en su investigación titulada *“Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Force PP-48”*, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Altiplano realizado en la ciudad de Puno – Perú, así mismo el diseño de mezcla y resistencia a la flexión del concreto adicionando fibra de nylon se obtuvo en los ensayos realizados de la tesis de Altamirano y Huayta (2018) en su investigación titulada *“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018”*, para obtener el título profesional de

Ingeniero Civil de la Universidad César Vallejo realizado en la ciudad de Lima – Perú. Por otro lado, como no se encontró ensayos de tenacidad realizadas en vigas de concreto adicionando fibras metálica y fibras de nylon por ser un proyecto innovador y no realizar ensayos, se obtuvo los resultados en base a los datos encontrados por medio de tesis ya mencionadas puestas al programa Etabs para obtener la capacidad de disipación de energía del concreto.

FIBRA METÁLICA (25 kg/m³, 35 kg/m³ y 45 kg/m³)

Resistencia a la flexión en vigas de concreto simplemente apoyadas con cargas en los tercios de la luz

Este ensayo es muy importante para evaluar la condición del elemento estructural ya que determina la resistencia a la flexión o módulo de ruptura en las vigas de concreto, aplicándose la carga en los tercios de su tramo, guiándose de la norma ASTM C78. Para obtener esta propiedad de resistencia a la flexión en el presente estudio hemos evaluado las vigas prismáticas de concreto de 15 x 15 x 45 cm.

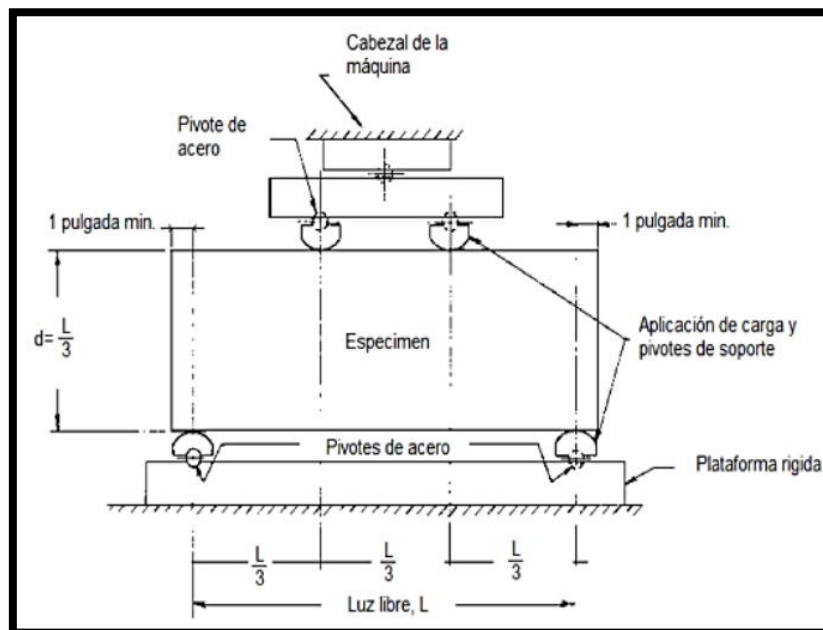


Figura 5. Ensayo de Resistencia a Flexión, recomendado por la norma ASTM C78

Si la falla se da dentro del tercio central de la luz libre, el módulo de rotura se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{P \times L}{b \times h^2}$$

Dónde:

Mr: Módulo de rotura (kg/cm²)

P: Carga máxima aplicada (kg)

L: Longitud libre (cm)

b: Ancho promedio de la viga (cm)

h: Altura promedio de la viga (cm)

Si la falla se da fuera del tercio central de la luz libre, a una longitud no mayor del 5% de la luz, el módulo de rotura se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3P \times a}{b \times h^2}$$

Dónde:

Mr: Módulo de rotura (kg/cm²)

P: Carga máxima aplicada (kg)

a: Longitud promedio entre la línea de falla y el soporte más cercano

b: Ancho promedio de la viga (cm)

h: Altura promedio de la viga (cm)

Para este ensayo se realizó la tabulación de datos por medio de fuentes secundarias a los 28 días ya que de esta manera se obtiene datos más consistentes y precisos.

Resultados de los ensayos a flexión del concreto patrón f'c = 210 kg/cm² adicionando fibra metálica

Los datos fueron recolectados de una tesis, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para determinar la resistencia a la flexión por cada dosificación de 25 kg/m³, 35 kg/m³ y 45 kg/m³.

Tabla 1: *Recolección de datos de la tesis 1*

TESIS 1	FLORES Y MAMANI
LUGAR	PUNO
AGREGADO	FIBRA METÁLICA
TIPO	FIBRAS DE ACERO
RELACIÓN L/D	65
VIGA	15 x 15 x 45.72 cm
F'C	210 kg/cm ²
EDAD DE ROTURA (días)	28 días

Fuente: Flores y Mamani, 2018

Tabla 2: *Resultados de la resistencia a flexión en vigas de concreto de la tesis 1*

DESCRIPCIÓN	(kg/m ³ FIBRA METÁLICA)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PROMEDIO "Mr" (kg/cm ²)	% RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
CN	0 kg/m ³	26.64	100.00%
CFM-20	20 kg/m ³	28.21	105.92%
CFM-30	30 kg/m ³	28.59	107.33%
CFM-40	40 kg/m ³	29.76	111.74%
CFM-50	50 kg/m ³	34.64	130.06%

Fuente: Flores y Mamani, 2018

Interpolación Lineal

Se denomina interpolación lineal a la obtención de valores que están en el rango pero falta llenar en algunos puntos del grupo de datos.⁶⁶ Ante ello, la estrategia de obtener nuevos resultados se basa en insertar datos dentro del intervalo de puntos de los valores experimentados que este lo más cerca al punto que se busca, que sea similar en aditivos, longitud y peso en kg/m³ de la presente tesis; de esta manera se halla por medio de la ecuación para obtener el valor faltante.

Ecuación de la Interpolación Lineal:

$$Y = Y1 + \frac{Y2 - Y1}{X2 - X1}(X - X1)$$

Interpolación lineal	
X1	Y1
X	Y = ?
X2	Y2

Tabla 3: Interpolación lineal de datos de la tesis 1 – Resistencia a flexión en vigas de concreto

TABULACIÓN DE DATOS		
(kg/m ³ FIBRA METÁLICA)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN "Mr" (kg/cm ²)	% RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
0 kg/m ³	26.64	100.00%
20 kg/m ³	28.21	105.92%
25 kg/m ³	28.40	106.61%
30 kg/m ³	28.59	107.33%
35 kg/m ³	29.18	109.52%
40 kg/m ³	29.76	111.74%
45 kg/m ³	32.20	120.87%
50 kg/m ³	34.64	130.06%

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se dio como resultado una nueva ficha de registro de datos para la presente investigación, por medio de distintos kilogramos de fibras metálicas por metro cúbico de concreto que al adicionarse dieron nuevos resultados dentro de los valores proyectados.

Tabla 4: Resultados de la resistencia a flexión en vigas de concreto normal y con dosificaciones de 25, 35 y 45 kg/m³ fibra metálica

DESCRIPCIÓN	(kg/m ³ FIBRA METÁLICA)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN "Mr" (kg/cm ²)	% RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
CN	0 kg/m ³	26.64	100.00%
CFM-25	25 kg/m ³	28.40	106.61%
CFM-35	35 kg/m ³	29.18	109.52%
CFM-45	45 kg/m ³	32.20	120.87%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4, se muestra que la resistencia a la flexión o módulo de rotura (MR) para la viga normal es de 26.64 kg/cm².

Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico de barras donde se aprecia la variación que se obtuvo incrementando los kilogramos de fibras

metálicas por metro cúbico de concreto con respecto a la resistencia a flexión, los cuales se muestran en el siguiente gráfico:

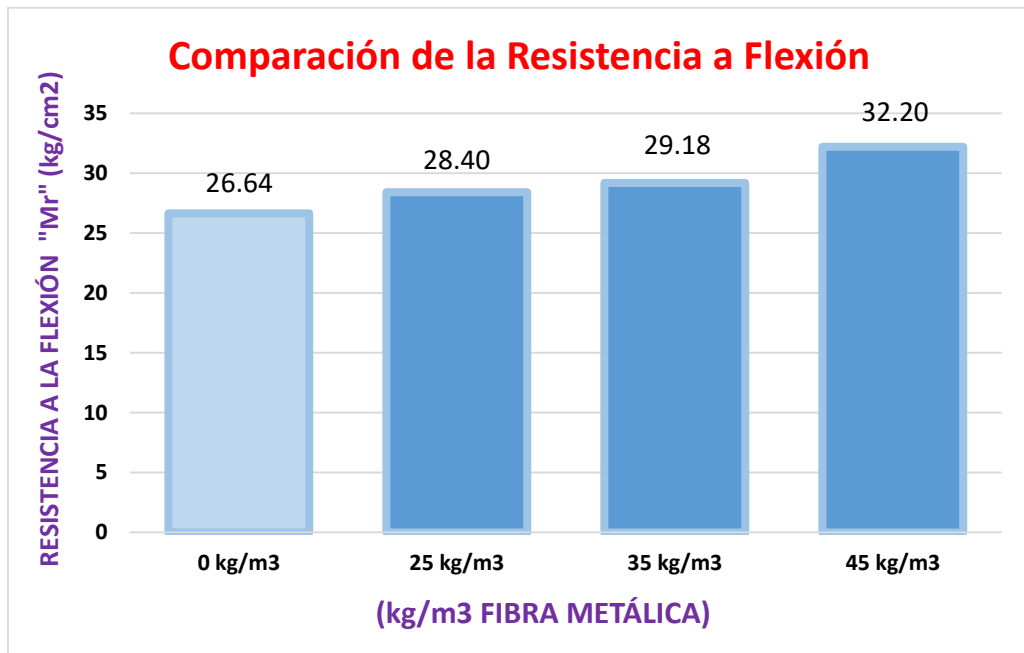


Figura 6. Gráfico de comparación de la Resistencia a Flexión para el CN, CFM-25, CFM-35 y CFM-45

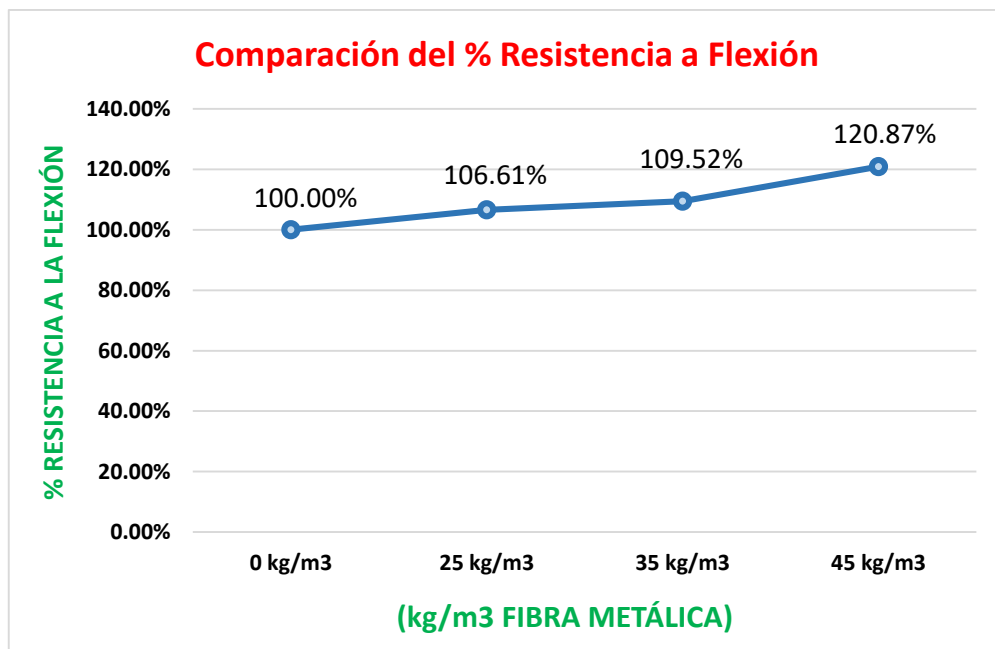


Figura 7. Curva de comparación del % Resistencia a Flexión para el CN, CFM-25, CFM-35 y CFM-45

Analizando la *Figura 6* y *Figura 7* se detallan que, adicionando las fibras metálicas al concreto, aumentan la resistencia a la flexión a medida en que se incrementa la dosificación, logrando que:

- La viga de concreto adicionando 25 kg/m³ tenga una resistencia a la flexión de 28.40 kg/cm², logrando un incremento de 6.61%, a comparación con la resistencia de la viga normal con un valor de 26.64 kg/cm².
- La viga de concreto adicionando 35 kg/m³ tenga una resistencia a la flexión de 29.18 kg/cm², logrando un incremento de 9.52%, a comparación con la resistencia de la viga normal con un valor de 26.64 kg/cm².
- La viga de concreto adicionando 45 kg/m³ tenga una resistencia a la flexión de 32.20 kg/cm², logrando un incremento de 20.87%, a comparación con la resistencia de la viga normal con un valor de 26.64 kg/cm².

Con los resultados obtenidos, la resistencia a la flexión de vigas de concreto adicionando fibras metálicas incrementó de 1.76 kg/cm² a 5.56 kg/cm², aumentando su resistencia en 6.61% a 20.87%, con respecto a la viga normal.

Se pudo concluir con los resultados mostrados que, adicionando la fibra metálica con mayor dosificación, incrementa la resistencia a la flexión, es por ello que la dosificación óptima de fibras metálicas es de 45 kg/m³ en este proyecto de investigación, obteniendo una resistencia de 32.20 kg/cm² a comparación con la resistencia de la viga normal.

Tenacidad en la viga crítica de la estructura del colegio *Ciro Alegría*

La tenacidad del concreto se determina por la gráfica curva carga - desplazamiento para calcular el gráfico de energía en función de la deflexión, es por ello que la capacidad de disipación de energía en julios se calculó por medio del área bajo la curva carga - desplazamiento entre 0 y 40 mm de deflexión.

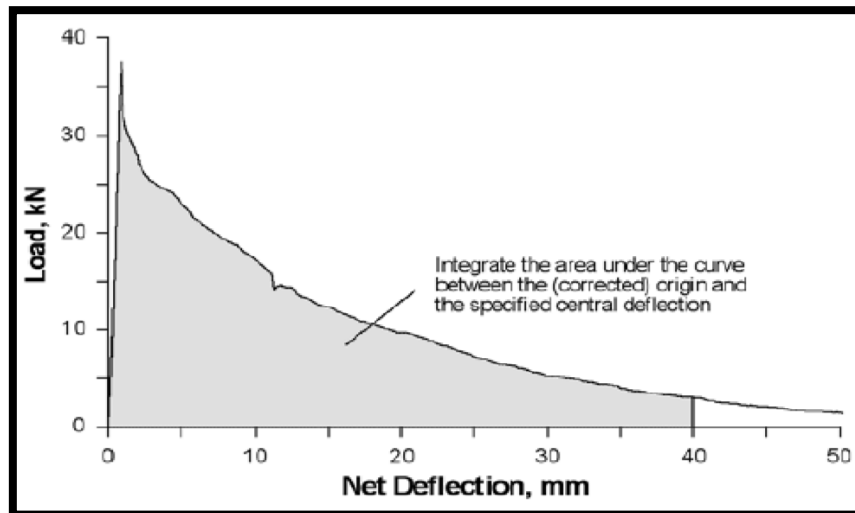


Figura 8. Gráfico curva carga (KN) vs. deflexión (mm)

Resultados de tenacidad en la viga crítica del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Primero se diseñó un sistema estructural aporticado en el software Etabs para el concreto patrón, se realizó un análisis estático teniendo en cuenta las características del presente proyecto (Z,U,C,S,R y P), este análisis me sirvió para verificar la validez del posterior análisis dinámico de la estructura, con esta verificación se determinó la carga sísmica dinámica actuante sobre la estructura, esta fuerza sísmica será incluida en las combinaciones de carga que exige la norma E 0.60, para analizar la deflexión sobre los elementos estructurales y elegir la viga crítica, viga que servirá en el presente proyecto para determinar la tenacidad.

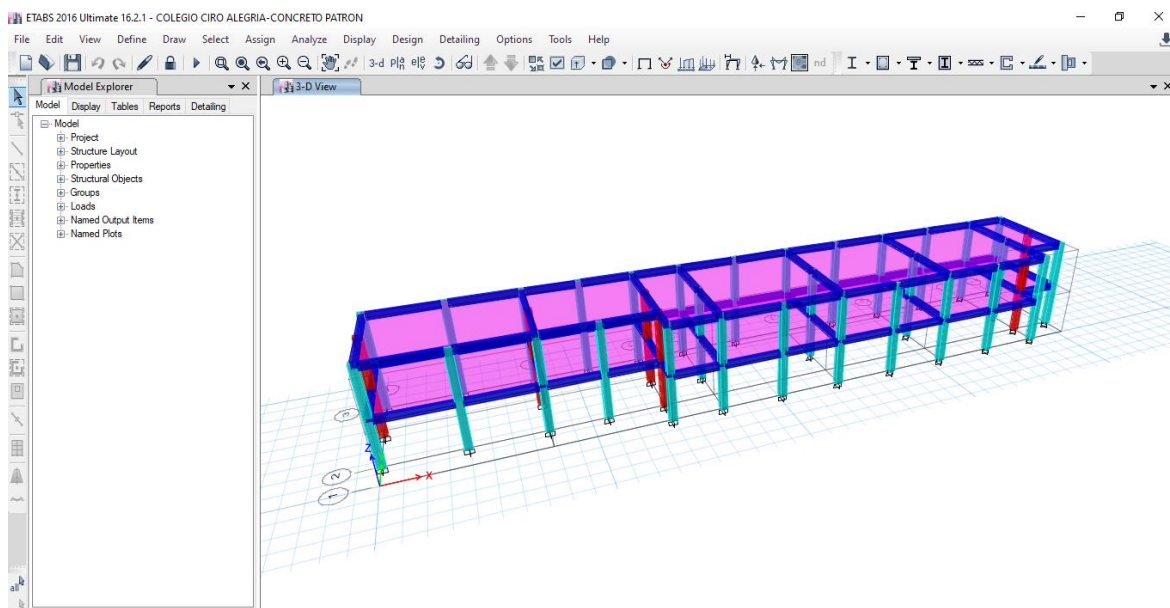


Figura 9. Diseño del sistema aporcionado – colegio Ciro Alegría

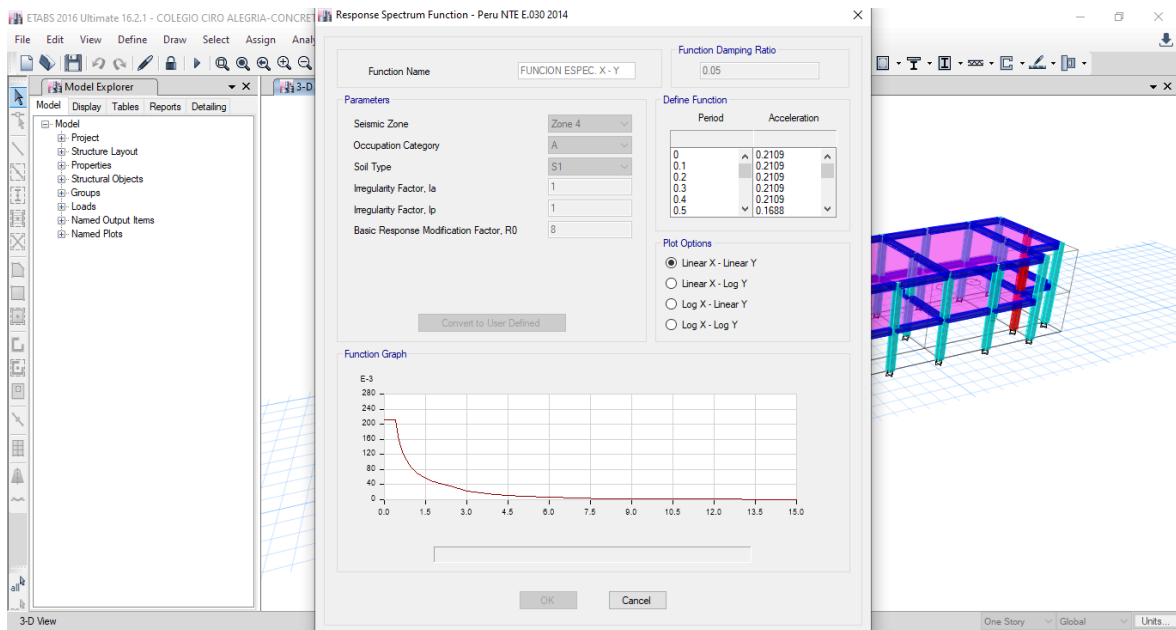


Figura 10. Función espectral – Análisis dinámico

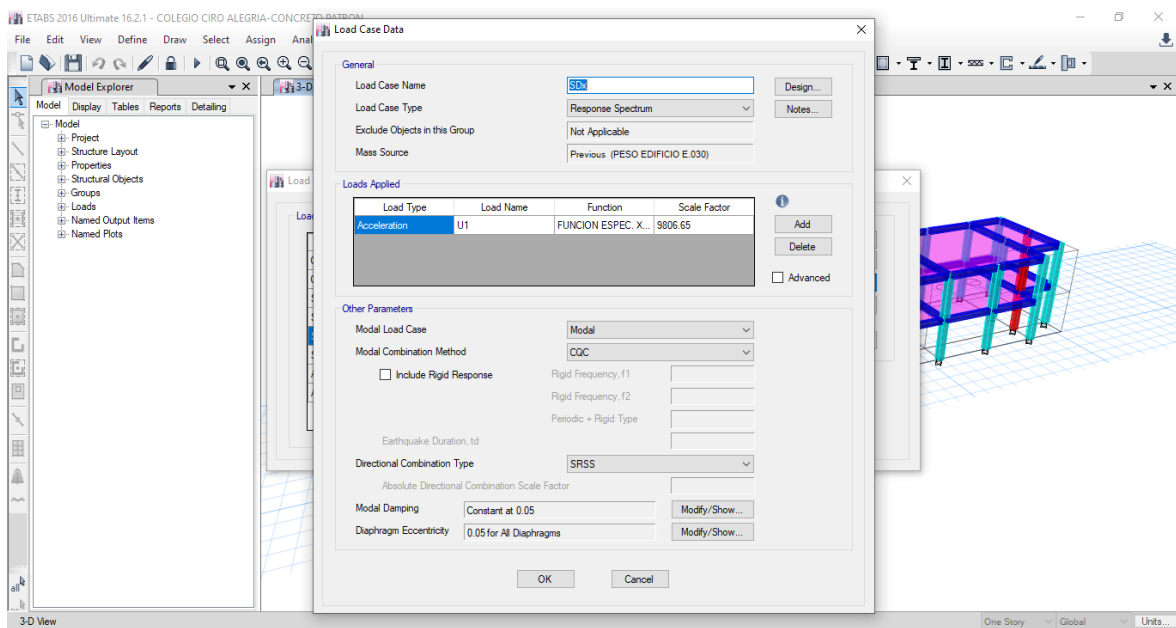


Figura 11. Asignación de la función espectral para obtener la carga sísmica dinámica

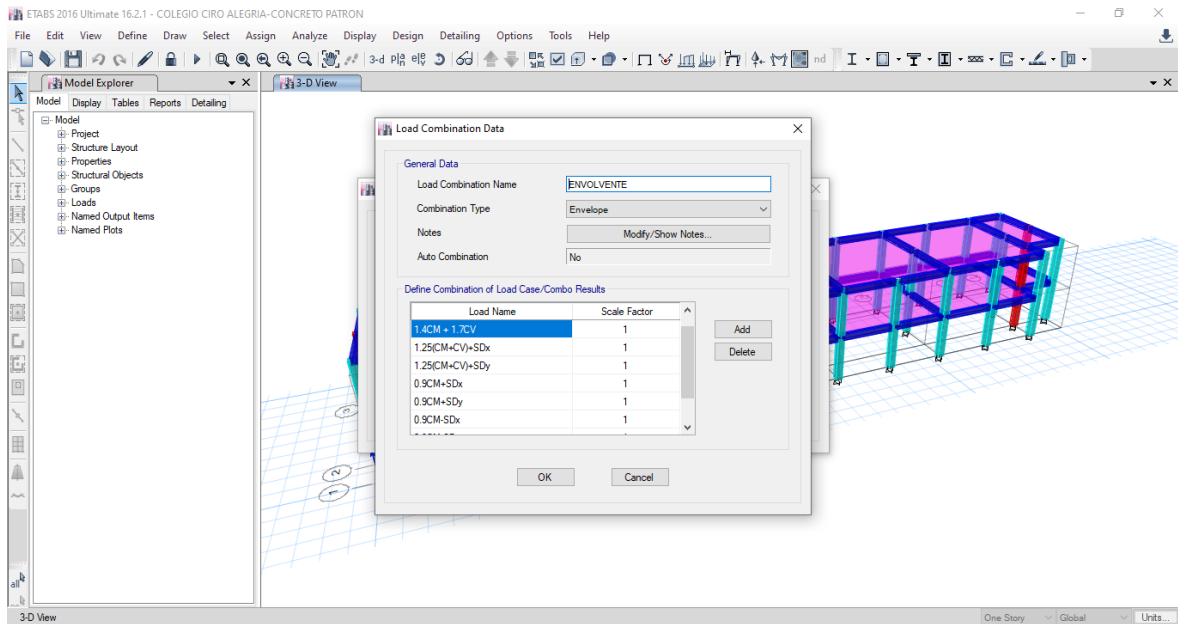


Figura 12. Combinaciones de carga según la norma E 0.60

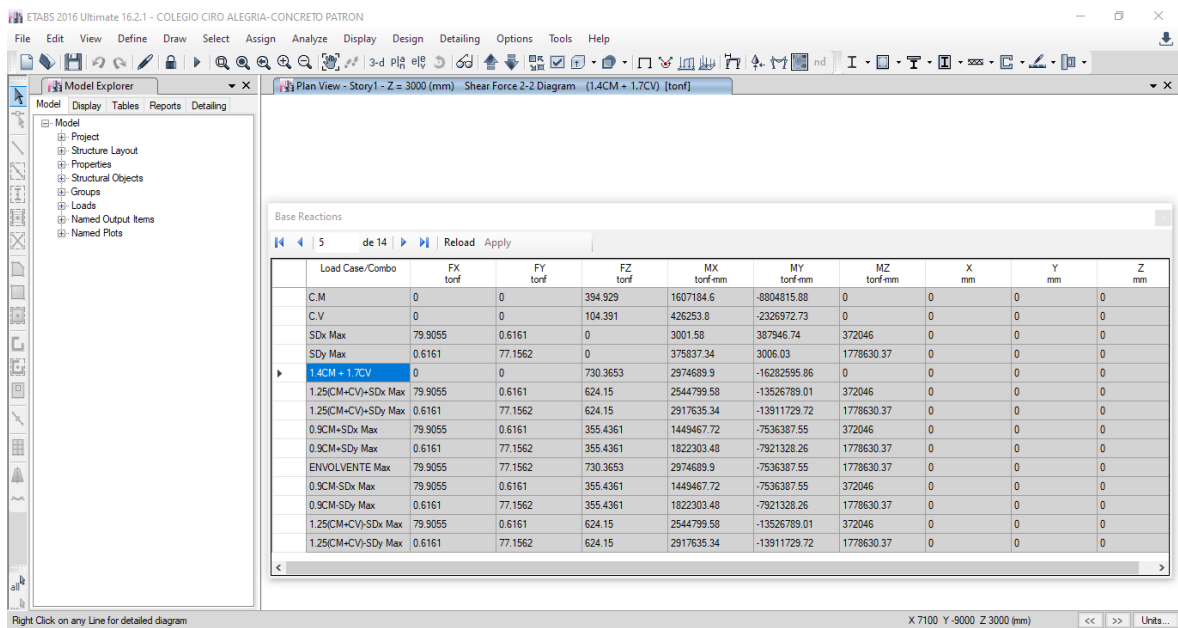


Figura 13. Reacciones en la base de las combinaciones de carga

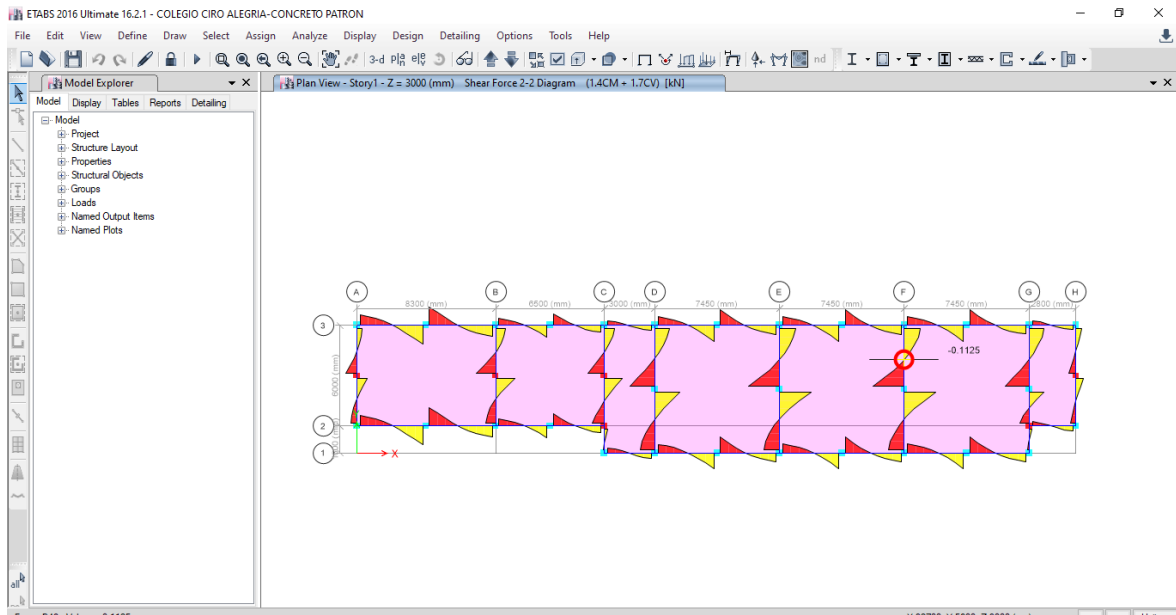


Figura 14. Análisis de la viga crítica B48 en el piso 1

Tabla 5: Resultados de tenacidad de la Viga crítica B48 en el piso 1 del colegio *Ciro Alegría* - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Combinaciones de carga	Deflexión (mm)	Fuerza actuante (KN)
0.9 CM + SDx	0.355	35.68
1.25(CM+CV) + SDx	0.719	76.78
1.4CM+1.7CV	0.828	93.27
0.9 CM + SDy	1.085	37.45
1.25(CM+CV) + SDy	1.442	59.31
ENVOLVENTE	1.535	57.60

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se dio como resultado una ficha de registro de datos para determinar la capacidad de disipación de energía en función del gráfico Fuerza actuante vs Deflexión.

En la tabla 5, se muestra las combinaciones de carga, obteniendo fuerza y deflexión para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio *Ciro Alegría* - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia el área bajo la curva de Fuerza actuante vs Deflexión.

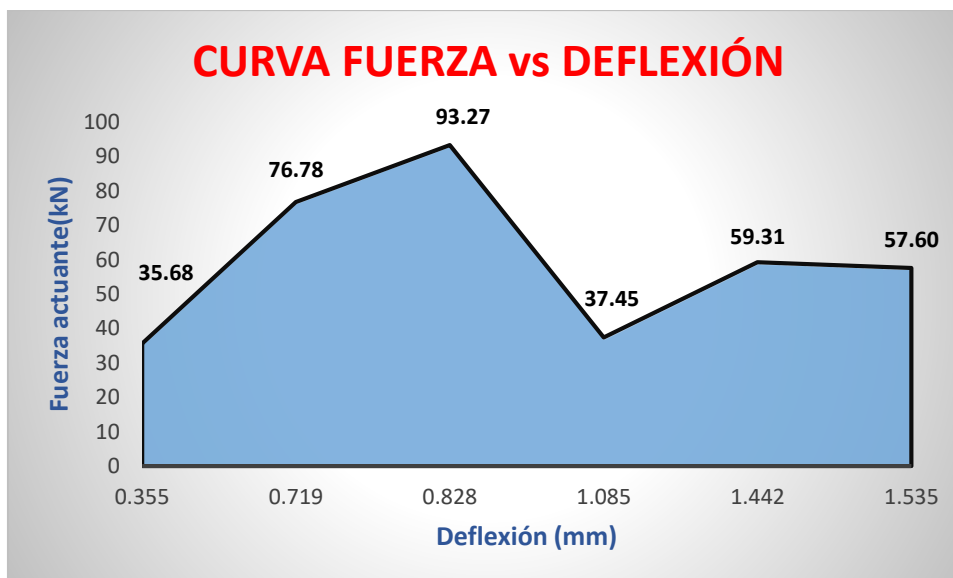


Figura 15. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. Deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Analizando la Figura 15 se detalla que, para la viga crítica B48 con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se obtuvo una capacidad de disipación de energía de 69.24 J.

Resultados de tenacidad del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 25 kg/m^3 fibra metálica

De igual manera que el concreto patrón, se realizó el procedimiento del concreto adicionando 25 kg/m^3 fibra metálica en el software Etabs para analizar la deflexión sobre los elementos estructurales y elegir la viga crítica B48 en el piso 1, viga que servirá en el presente proyecto para analizar y determinar la tenacidad.

Tabla 6: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 25 kg/m^3 fibra metálica

TIPO DE CARGA	Deflexión (mm)	Fuerza actuante (KN)
0.9 CM + SDx	0.359	35.68
1.25(CM+CV) + SDx	0.726	76.78
1.4CM+1.7CV	0.836	93.27
0.9 CM + SDy	1.096	37.45
1.25(CM+CV) + SDy	1.456	59.31

ENVOLVENTE	1.550	57.60
------------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se dio como resultado una ficha de registro de datos para determinar la capacidad de disipación de energía en función del gráfico Fuerza actuante vs Deflexión.

En la tabla 6, se muestra las combinaciones de carga, obteniendo fuerza y deflexión para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 25 kg/m^3 fibra metálica. Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia el área bajo la curva de Fuerza actuante vs Deflexión.

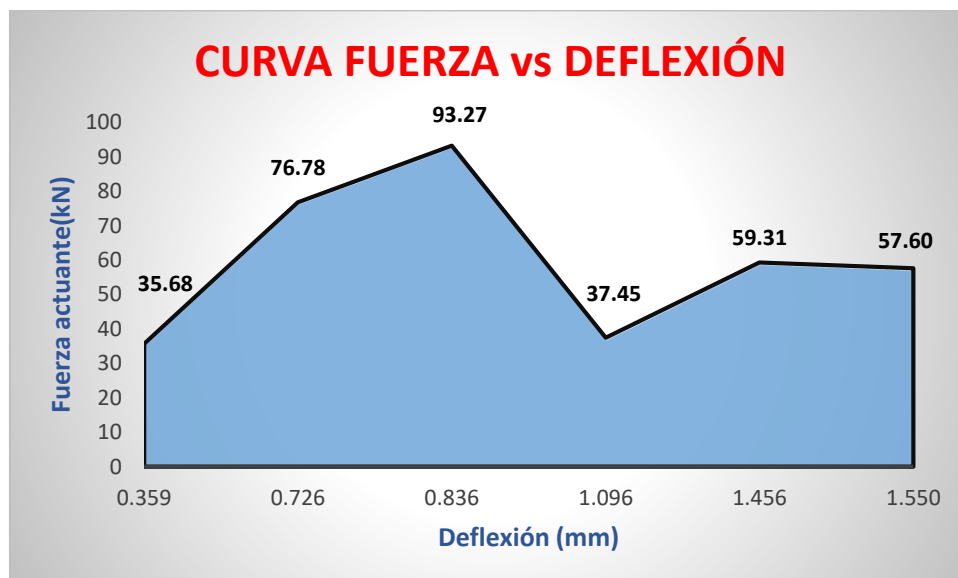


Figura 16. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 25 kg/m^3 fibra metálica

Analizando la Figura 16 se detalla que, para la viga crítica B48 con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 25 kg/m^3 fibra metálica se obtuvo una capacidad de disipación de energía de 69.89 J .

Resultados de tenacidad del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 35 kg/m^3 fibra metálica

De igual manera que el concreto patrón, se realizó el procedimiento del concreto adicionando 35 kg/m^3 fibra metálica en el software Etabs para analizar la deflexión

sobre los elementos estructurales y elegir la viga crítica B48 en el piso 1, viga que servirá en el presente proyecto para analizar y determinar la tenacidad.

Tabla 7: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio *Ciro Alegría* - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 35 kg/m^3 fibra metálica

TIPO DE CARGA	Deflexión (mm)	Fuerza actuante (KN)
0.9 CM + SDx	0.364	35.68
1.25(CM+CV) + SDx	0.736	76.78
1.4CM+1.7CV	0.848	93.27
0.9 CM + SDy	1.111	37.45
1.25(CM+CV) + SDy	1.476	59.31
ENVOLVENTE	1.571	57.60

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se dio como resultado una ficha de registro de datos para determinar la capacidad de disipación de energía en función del gráfico Fuerza actuante vs Deflexión.

En la tabla 7, se muestra las combinaciones de carga, obteniendo fuerza y deflexión para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio *Ciro Alegría* - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 35 kg/m^3 fibra metálica. Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia el área bajo la curva de Fuerza actuante vs Deflexión.

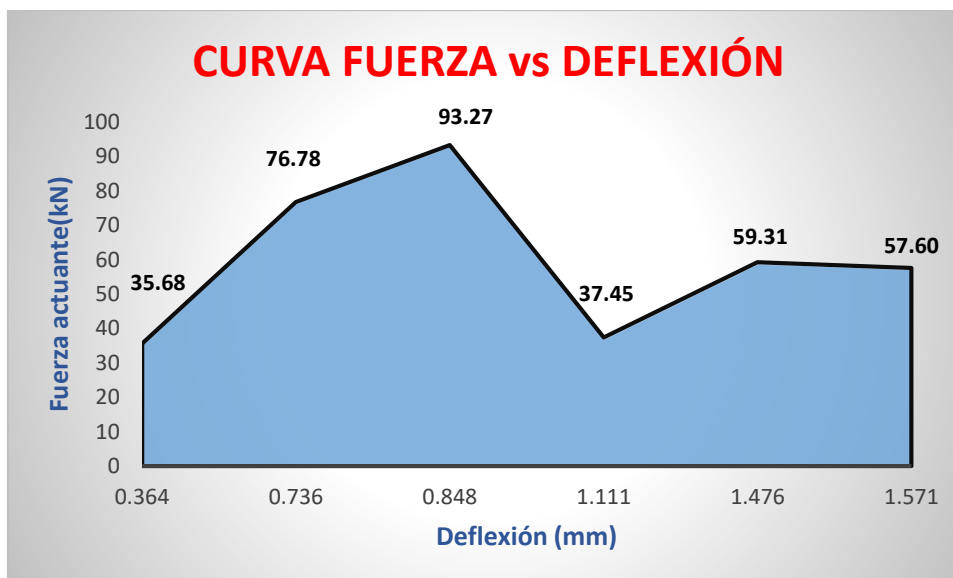


Figura 17. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 35 kg/m^3 fibra metálica

Analizando la Figura 17 se detalla que, para la viga crítica B48 con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 35 kg/m^3 fibra metálica se obtuvo una capacidad de disipación de energía de 70.84 J .

Resultados de tenacidad del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 45 kg/m^3 fibra metálica

De igual manera que el concreto patrón, se realizó el procedimiento del concreto adicionando 45 kg/m^3 fibra metálica en el software Etabs para analizar la deflexión sobre los elementos estructurales y elegir la viga crítica B48 en el piso 1, viga que servirá en el presente proyecto para analizar y determinar la tenacidad.

Tabla 8: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 45 kg/m^3 fibra metálica

TIPO DE CARGA	Deflexión (mm)	Fuerza actuante (KN)
0.9 CM + SDx	0.370	35.68
1.25(CM+CV) + SDx	0.748	76.78
1.4CM+1.7CV	0.862	93.27
0.9 CM + SDy	1.129	37.45

1.25(CM+CV) + SDy	1.501	59.31
ENVOLVENTE	1.597	57.60

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se dio como resultado una ficha de registro de datos para determinar la capacidad de disipación de energía en función del gráfico Fuerza actuante vs Deflexión.

En la tabla 8, se muestra las combinaciones de carga, obteniendo fuerza y deflexión para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 45 kg/m^3 fibra metálica. Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia el área bajo la curva de Fuerza actuante vs Deflexión.

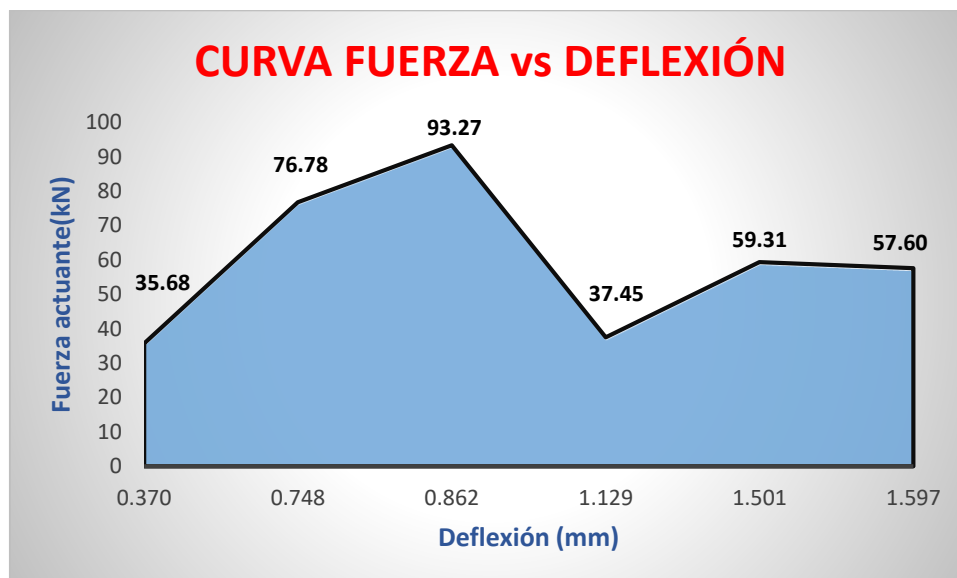


Figura 18. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 45 kg/m^3 fibra metálica

Analizando la Figura 18 se detalla que, para la viga crítica B48 con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 45 kg/m^3 fibra metálica se obtuvo una capacidad de disipación de energía de 72.01 J .

Teniendo en cuenta los resultados mostrados, se procedió a realizar una tabla general donde se aprecia la variación que se obtuvo incrementando los kilogramos

de fibras metálicas por metro cúbico de concreto con respecto a la disipación de energía en la viga analizada, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9: Resultados de disipación de energía de la Viga B48 en el piso 1 del colegio *Ciro Alegría* - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 25, 35 y 45 kg/m³ fibra metálica

(kg/m ³ FIBRA METÁLICA)	DISIPACIÓN DE ENERGÍA (J)	% DISIPACIÓN DE ENERGÍA
0 kg/m ³	69.24	100.00%
25 kg/m ³	69.89	100.94%
35 kg/m ³	70.84	102.31%
45 kg/m ³	72.01	104.00%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, se muestra el incremento de disipación de energía a medida que aumenta la dosificación en 25, 35 y 45 kg/m³ fibra metálica con respecto a la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio *Ciro Alegría*.

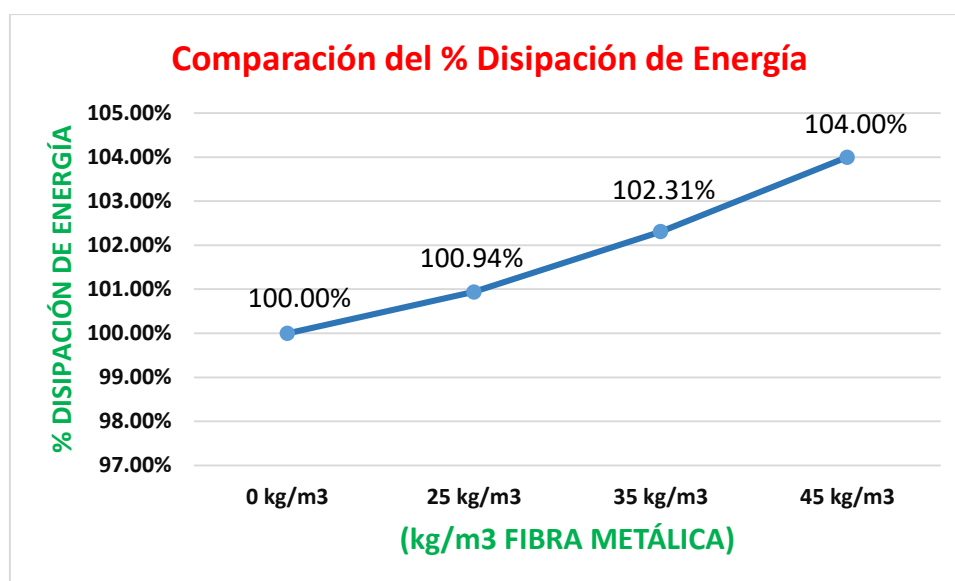


Figura 19. Curva de comparación del % Disipación de energía para el CN, CFM-25, CFM-35 y CFM-45

Analizando la *Figura 19* se detalla que, adicionando las fibras metálicas al concreto, aumentan la disipación de energía, logrando que:

- La viga de concreto adicionando 25 kg/m³ tenga una disipación de energía de 69.89 J, logrando un incremento de 0.94%, a comparación con la disipación de energía de la viga normal con un valor de 69.24 J.
- La viga de concreto adicionando 35 kg/m³ tenga una disipación de energía de 70.84 J, logrando un incremento de 2.31%, a comparación con la disipación de energía de la viga normal con un valor de 69.24 J.
- La viga de concreto adicionando 45 kg/m³ tenga una disipación de energía de 72.01 J, logrando un incremento de 4.00%, a comparación con la disipación de energía de la viga normal con un valor de 69.24 J.

Con los resultados obtenidos, la disipación de energía en la viga B48 a medida que se adicionó fibras metálicas incrementó de 0.65 J a 2.77 J, aumentando su disipación en 0.94% a 4% con respecto a la viga patrón.

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

El diseño de la mezcla del concreto patrón se empleó con el método del ACI 211 para posteriormente obtener las propiedades mecánicas del concreto, es por ello que tomó en cuenta las características físicas, el tamaño del agregado grueso y fino, relación agua/cemento y asentamiento. Los datos de diseño de mezcla del concreto fueron obtenidos por medio de ensayos realizados para evaluar los agregados, obteniendo los pesos de los materiales.

Diseño patrón (1m³) – ACI 211

Las cantidades de materiales usadas como valores de diseño por metro cúbico de concreto patrón fueron tomados del peso seco por lo mismo que no se realizó ensayos.

Tabla 10: *Valores de diseño por m³ de concreto patrón*

CEMENTO	364 kg/m ³
ARENA GRUESA	799 kg/m ³
PIEDRA CHANCADA	744 kg/m ³
AGUA	204 lt/m ³
a/c	0.56

Fuente: Flores y Mamani, 2018

Diseño patrón con fibra metálica

Se utilizó un diseño de mezcla de la tesis ya mencionada para especificar los pesos secos de los materiales ya experimentados adicionando diferentes dosificaciones de fibra metálica.

Tabla 11: *Diseño de mezcla adicionando fibra metálica*

Materiales	Concreto Patrón	Con Fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB		
		25 kg/m ³	35 kg/m ³	45 kg/m ³
Cemento	364 kg/m ³	364 kg/m ³	364 kg/m ³	364 kg/m ³
Arena Gruesa	799 kg/m ³	799 kg/m ³	799 kg/m ³	799 kg/m ³
Piedra Chancada	744 kg/m ³	744 kg/m ³	744 kg/m ³	744 kg/m ³
Agua	204 lt/m ³	204 lt/m ³	204 lt/m ³	204 lt/m ³
Sika Fiber CHO 65-35-NB	0 kg/m ³	25 kg/m ³	35 kg/m ³	45 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Análisis de costo por m³

Con el objetivo de conseguir los costos unitarios directo por m³ respecto al concreto normal $f'c=210$ kg/cm² y adicionando la dosificación óptima de fibras metálicas en esta presente investigación, es que se realizó un análisis de costo para evaluar los materiales del concreto patrón, mano de obra, equipos y herramientas con el propósito de obtener un costo por m³.

Tabla 12: *APU del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² – 28 días*

01.01.01		CONCRETO $f'c=210$ kg/cm ² - 28 DÍAS					
m ³ /DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por: m ³	321.53
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
CAPATAZ		hh	0.2000	0.0800	22.27	1.78	
OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	18.77	15.02	
OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	15.30	12.24	
PEON		hh	10.0000	4.0000	13.93	55.72	
							84.76
Materiales							
CEMENTO TIPO 1		bls		8.9929	20.50	184.36	
ARENA GRUESA		m ³		0.3675	40.00	14.70	

PIEDRA CHANCADA	m3		0.3119	45.00	14.03
AGUA	lt		214.2000	0.05	11.14
					224.23
Equipos					
VIBRADORA 55 HP	hm	1.0000	0.4000	6.25	2.50
MEZCLADORA	hm	1.0000	0.4000	18.75	7.50
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	84.76	2.54
					12.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: APU del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ + Fibra metálica – 28 días

01.01.02		CONCRETO $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ + FIBRA METÁLICA - 28 DÍAS					
m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por: m3	891.91
Descripción Recurso							
		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
CAPATAZ		hh	0.2000	0.0800	22.27	1.78	
OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	18.77	15.02	
OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	15.30	12.24	
PEON		hh	10.0000	4.0000	13.93	55.72	
					84.76		
Materiales							
CEMENTO TIPO 1		bls		8.9929	20.50	184.36	
ARENA GRUESA		m3		0.36.75	40.00	14.70	
PIEDRA CHANCADA		m3		0.3119	45.00	14.03	
AGUA		lt		214.2000	0.05	11.14	
FIBRAS METÁLICAS		kg		45.0000	12.68	570.38	
					794.61		
Equipos							
VIBRADORA 55 HP		hm	1.0000	0.4000	6.25	2.50	
MEZCLADORA		hm	1.0000	0.4000	18.75	7.50	
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	84.76	2.54	
					12.54		

Fuente: Elaboración propia

Analizando el costo por m3, es evidente que adicionando la dosificación óptima de fibra metálica en la mezcla de concreto para el presente proyecto este tiene un aumento considerable por ser un material químico y porque se analizó con la proporción mas alta en la investigación debido que a mayor dosificación aumenta la resistencia a flexión.

FIBRA DE NYLON (0.29%, 0.35% y 0.41%)

Resistencia a la flexión en vigas de concreto simplemente apoyadas con cargas en los tercios de la luz

Este ensayo es muy importante para evaluar la condición del elemento estructural ya que determina la resistencia a la flexión o módulo de ruptura en las vigas de concreto, aplicándose la carga en los tercios de su tramo, guiándose de la norma ASTM C78. Para obtener esta propiedad de resistencia a la flexión en el presente estudio hemos evaluado las vigas prismáticas de concreto de 15 x 15 x 45 cm.

Si la falla se da dentro del tercio central de la luz libre, el módulo de rotura se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{P \times L}{b \times h^2}$$

Dónde:

Mr: Módulo de rotura (kg/cm²)

P: Carga máxima aplicada (kg)

L: Longitud libre (cm)

b: Ancho promedio de la viga (cm)

h: Altura promedio de la viga (cm)

Si la falla se da fuera del tercio central de la luz libre, a una longitud no mayor del 5% de la luz, el módulo de rotura se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3P \times a}{b \times h^2}$$

Dónde:

Mr: Módulo de rotura (kg/cm²)

P: Carga máxima aplicada (kg)

a: Longitud promedio entre la línea de falla y el soporte más cercano

b: Ancho promedio de la viga (cm)

h: Altura promedio de la viga (cm)

Para este ensayo se realizó la tabulación de datos por medio de fuentes secundarias a los 28 días ya que de esta manera se obtiene datos más consistentes y precisos.

Resultados de los ensayos a flexión del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando fibra de nylon

Los datos fueron recolectados de una tesis, luego se procedió a utilizar la fórmula de interpolación para determinar la resistencia a la flexión por cada dosificación de 0.29%, 0.35% y 0.41%.

Tabla 14: *Recolección de datos de la tesis 2*

TESIS 2	ALTAMIRANO y HUAYTA
LUGAR	LIMA
AGREGADO	FIBRA DE NYLON
TIPO	ESCOBA DE NYLON
LONGITUD	5 cm
VIGA	15.1 x 15.1 x 45 cm
F'c	210 kg/cm ²
EDAD DE ROTURA (días)	28 días

Fuente: Altamirano y Huayta, 2018

Tabla 15: *Resultados de la resistencia a flexión en vigas de concreto de la tesis 2*

DESCRIPCIÓN	(% FIBRA DE NYLON)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN O MÓDULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	FUERZA MÁXIMA (Kg)
VIGA DISEÑO PATRÓN	0%	40.50	100.00%	3122.85
VIGA FIBRA 800 g/m ³	0.23%	45.00	111.11%	3501.70
VIGA FIBRA 1600 g/m ³	0.46%	47.50	117.28%	3682.75

Fuente: Altamirano y Huayta, 2018

Al recolectar información de la presente tesis se procedió a introducir los datos que se quiere obtener dentro del intervalo de puntos de los valores experimentados que este lo más cerca a los valores que se busca, que sea similar en aditivos, longitud y peso por porcentajes; de esta manera se halla por medio de la ecuación para obtener el valor faltante.

Ecuación de la Interpolación Lineal

$$Y = Y_1 + \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}(X - X_1)$$

Interpolación lineal	
X1	Y1
X	Y = ?
X2	Y2

Tabla 16: Interpolación lineal de datos de la tesis 2 – Resistencia a flexión en vigas de concreto

TABULACIÓN DE DATOS		
(% FIBRA DE NYLON)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN O MÓDULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
0%	40.50	100.00%
0.23%	45.00	111.11%
0.29%	45.78	113.04%
0.35%	46.57	114.98%
0.41%	47.35	116.91%
0.46%	47.50	117.28%

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se dio como resultado una nueva ficha de registro de datos para la presente investigación, por medio de distintos porcentajes de fibras de nylon que al adicionarse dieron nuevos resultados dentro de los valores proyectados.

Tabla 17: Resultados de la resistencia a flexión en vigas de concreto normal y con dosificaciones de 0.29%, 0.35% y 0.41% fibra de nylon.

DESCRIPCIÓN	(% FIBRA DE NYLON)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN O MÓDULO DE ROTURA (kg/cm ²)	% RESISTENCIA A LA FLEXIÓN
CN	0.00%	40.50	100.00%
CFN-0.29	0.29%	45.78	113.04%
CFN-0.35	0.35%	46.57	114.98%
CFN-0.41	0.41%	47.35	116.91%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17, se muestra que la resistencia a la flexión o módulo de rotura (MR) para la viga normal es de 40.50 kg/cm².

Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico de barras donde se aprecia la variación que se obtuvo incrementando los porcentajes de

fibras de nylon con respecto a la resistencia a flexión, los cuales se muestran en el siguiente gráfico:

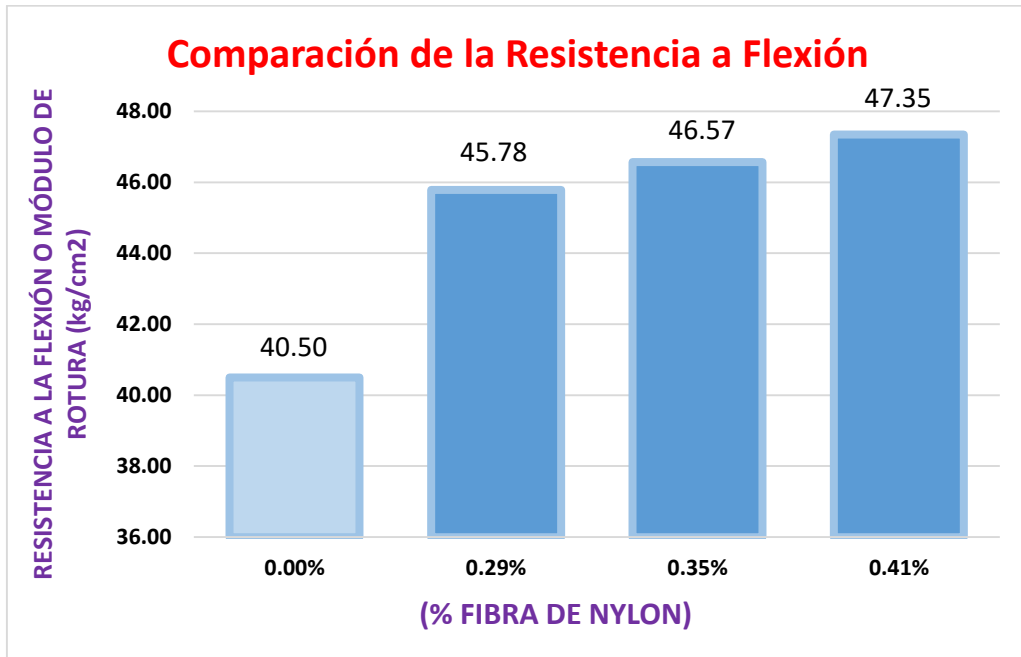


Figura 20. Gráfico de comparación de la Resistencia a Flexión para el CN, CFN-0.29, CFN-0.35 y CFN-0.41

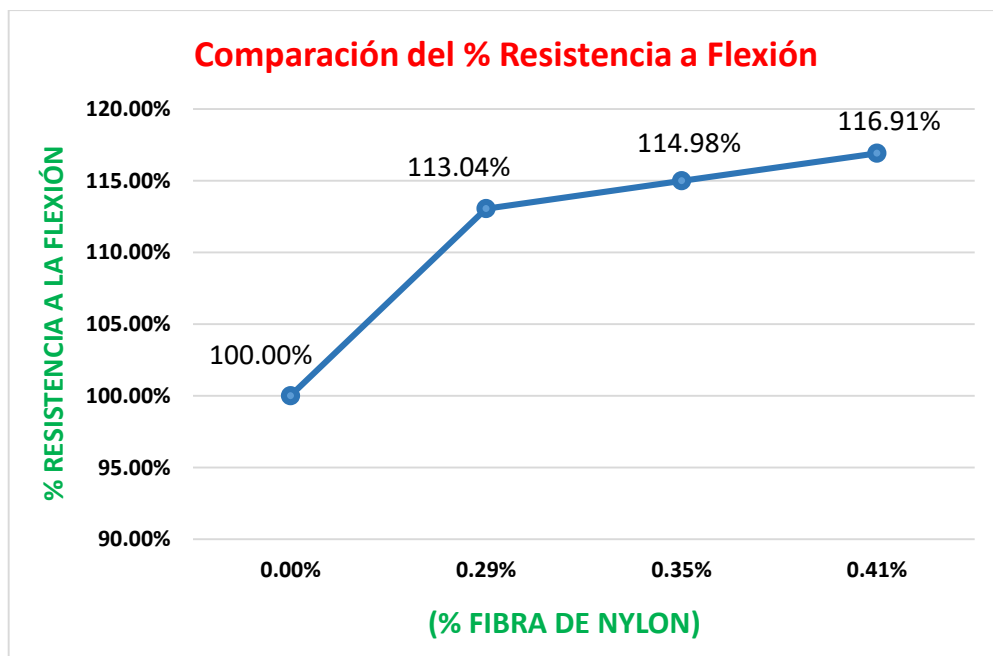


Figura 21. Curva de comparación del % Resistencia a Flexión para el CN, CFN-0.29, CFN-0.35 y CFN-0.41

Analizando la *Figura 20* y *Figura 21* se detallan que, adicionando las fibras de nylon al concreto, aumentan la resistencia a la flexión a medida en que se incrementa la dosificación, logrando que:

- La viga de concreto adicionando 0.29% tenga una resistencia a la flexión de 45.78 kg/cm², logrando un incremento de 13.04%, a comparación con la resistencia de la viga normal con un valor de 40.50 kg/cm².
- La viga de concreto adicionando 0.35% tenga una resistencia a la flexión de 46.57 kg/cm², logrando un incremento de 14.98%, a comparación con la resistencia de la viga normal con un valor de 40.50kg/cm².
- La viga de concreto adicionando 0.41% tenga una resistencia a la flexión de 47.35 kg/cm², logrando un incremento de 16.91%, a comparación con la resistencia de la viga normal con un valor de 40.50 kg/cm².

Con los resultados obtenidos, la resistencia a la flexión de vigas de concreto adicionando fibras de nylon incrementó de 5.28 kg/cm² a 6.85 kg/cm², aumentando su resistencia en 13.04% a 16.91%, con respecto a la viga normal.

Se pudo concluir con los resultados mostrados que, adicionando la fibra de nylon con mayor dosificación, incrementa la resistencia a la flexión, es por ello que la dosificación óptima de fibras de nylon es de 0.41% en este proyecto de investigación, obteniendo una resistencia de 47.35 kg/cm² a comparación con la resistencia de la viga normal.

Tenacidad en la viga crítica de la estructura del colegio Ciro Alegría

La tenacidad del concreto se determina por la gráfica curva carga-desplazamiento para calcular el gráfico de energía en función de la deflexión, es por ello que la capacidad de disipación de energía en julios se calculó por medio del área bajo la curva carga-desplazamiento entre 0 y 40 mm de deflexión.

Resultados de tenacidad en la viga crítica del concreto patrón $f'c = 210$ kg/cm²

De igual manera se analizó la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón para determinar la capacidad de disipación de energía mostrando las combinaciones de carga, fuerza y deflexión, tal cual se muestra en la Tabla 5 y con el gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante vs. Deflexión se

obtuvo la capacidad de disipación de energía de 69.24 J como se muestra en la Figura 15.

Resultados de tenacidad del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.29% fibra de nylon

De igual manera que el concreto patrón, se realizó el procedimiento del concreto adicionando 0.29% fibra de nylon en el software Etabs para analizar la deflexión sobre los elementos estructurales y elegir la viga crítica B48 en el piso 1, viga que servirá en el presente proyecto para analizar y determinar la tenacidad.

Tabla 18: *Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.29% fibra de nylon*

TIPO DE CARGA	Deflexión (mm)	Fuerza actuante (KN)
1.4CM+1.7CV	0.357	35.68
1.25(CM+CV) + SDx	0.721	76.78
1.25(CM+CV) + SDy	0.831	93.27
0.9 CM + SDx	1.089	37.45
0.9 CM + SDy	1.448	59.31
ENVOLVENTE	1.540	57.60

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se dio como resultado una ficha de registro de datos para determinar la capacidad de disipación de energía en función del gráfico Fuerza actuante vs Deflexión.

En la tabla 18, se muestra las combinaciones de carga, obteniendo fuerza y deflexión para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.29% fibra de nylon. Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia el área bajo la curva de Fuerza actuante vs Deflexión.

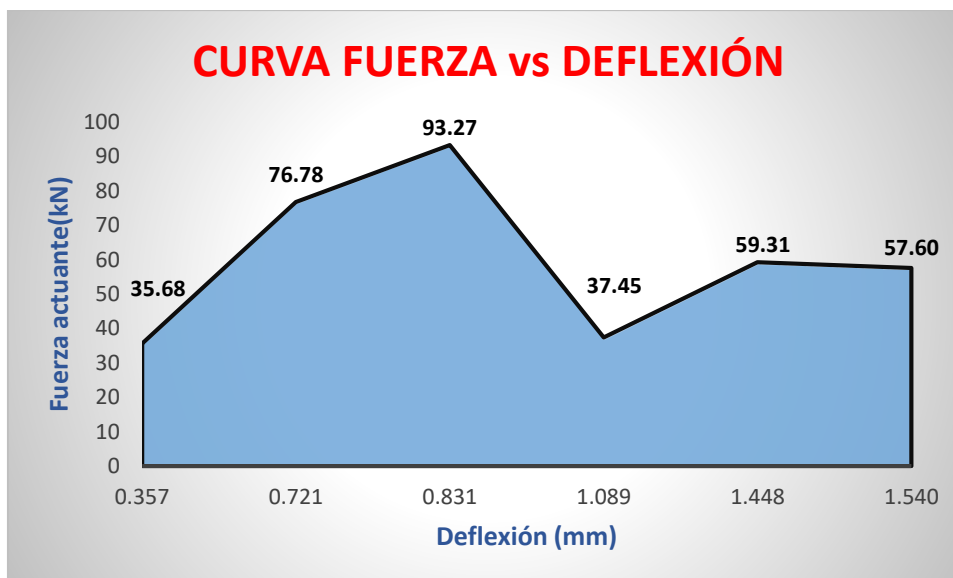


Figura 22. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.29% fibra de nylon

Analizando la Figura 22 se detalla que, para la viga crítica B48 con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.29% fibra de nylon se obtuvo una capacidad de disipación de energía de 69.43 J.

Resultados de tenacidad del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.35 % fibra de nylon

De igual manera que el concreto patrón, se realizó el procedimiento del concreto adicionando 0.35% fibra de nylon en el software Etabs para analizar la deflexión sobre los elementos estructurales y elegir la viga crítica B48 en el piso 1, viga que servirá en el presente proyecto para analizar y determinar la tenacidad.

Tabla 19: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.35% fibra de nylon

TIPO DE CARGA	Deflexión (mm)	Fuerza actuante (KN)
0.9 CM + SDx	0.360	35.68
1.25(CM+CV) + SDx	0.729	76.78
1.4CM+1.7CV	0.840	93.27
0.9 CM + SDy	1.100	37.45

1.25(CM+CV) + SDy	1.462	59.31
ENVOLVENTE	1.556	57.60

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se dio como resultado una ficha de registro de datos para determinar la capacidad de disipación de energía en función del gráfico Fuerza actuante vs Deflexión.

En la tabla 19, se muestra las combinaciones de carga, obteniendo fuerza y deflexión para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.35% fibra de nylon. Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia el área bajo la curva de Fuerza actuante vs Deflexión.

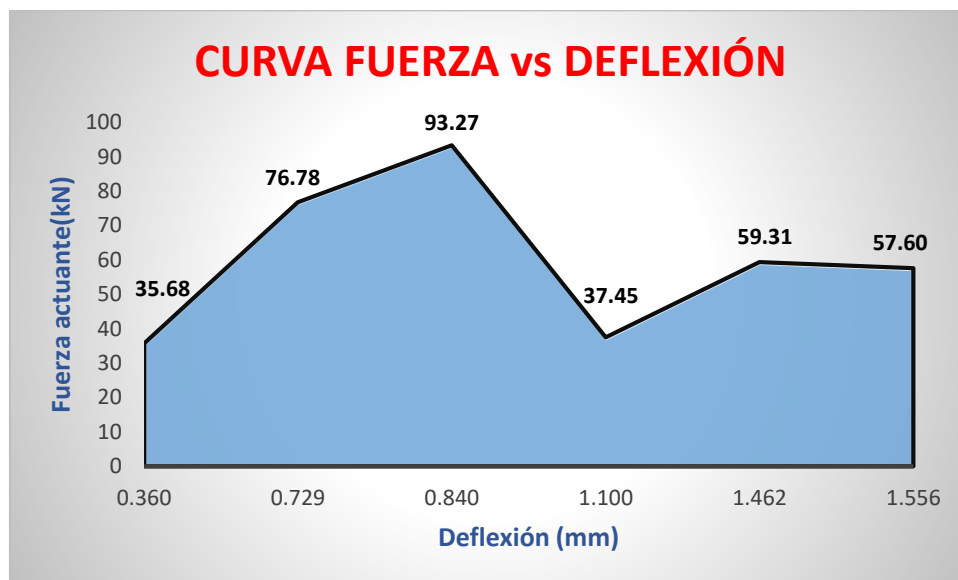


Figura 23. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.35% fibra de nylon

Analizando la Figura 23 se detalla que, para la viga crítica B48 con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.35% fibra de nylon se obtuvo una capacidad de disipación de energía de 70.19 J.

Resultados de tenacidad del concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.41% fibra de nylon

De igual manera que el concreto patrón, se realizó el procedimiento del concreto adicionando 0.41% fibra de nylon en el software Etabs para analizar la deflexión sobre los elementos estructurales y elegir la viga crítica B48 en el piso 1, viga que servirá en el presente proyecto para analizar y determinar la tenacidad.

Tabla 20: Resultados de tenacidad de la Viga B48 en el piso 1 del colegio *Ciro Alegría* - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.41% fibra de nylon

TIPO DE CARGA	Deflexión (mm)	Fuerza actuante (KN)
0.9 CM + SDx	0.364	35.68
1.25(CM+CV) + SDx	0.736	76.78
1.4CM+1.7CV	0.848	93.27
0.9 CM + SDy	1.112	37.45
1.25(CM+CV) + SDy	1.478	59.31
ENVOLVENTE	1.572	57.60

Fuente: Elaboración propia

De esta manera se dio como resultado una ficha de registro de datos para determinar la capacidad de disipación de energía en función del gráfico Fuerza actuante vs Deflexión.

En la tabla 20, se muestra las combinaciones de carga, obteniendo fuerza y deflexión para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio *Ciro Alegría* - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.41% fibra de nylon. Teniendo en cuenta la tabla mostrada, se procedió a realizar un gráfico donde se aprecia el área bajo la curva de Fuerza actuante vs Deflexión.

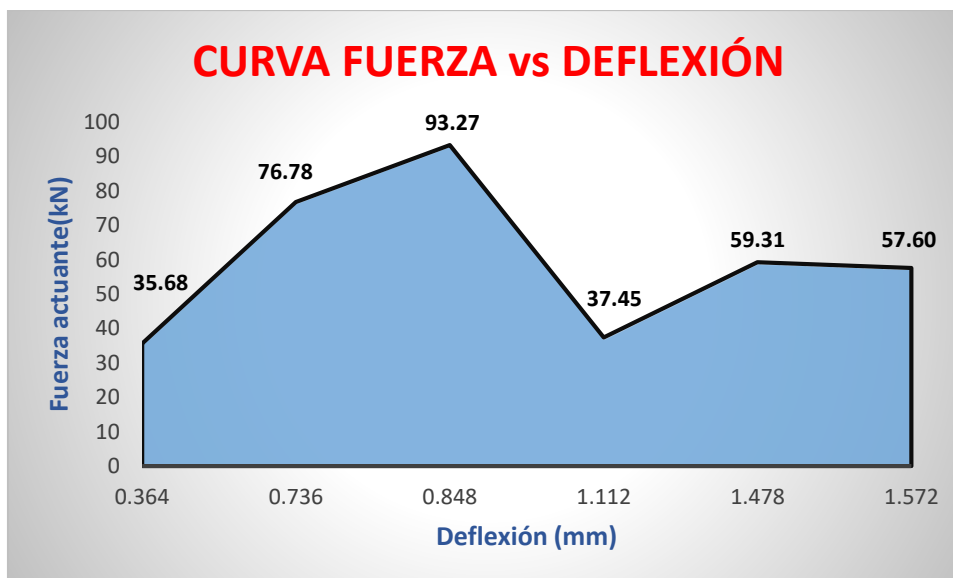


Figura 24. Gráfico del área bajo la curva Fuerza actuante (KN) vs. deflexión (mm) para la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.41% fibra de nylon

Analizando la Figura 24 se detalla que, para la viga crítica B48 con concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.41% fibra de nylon se obtuvo una capacidad de disipación de energía de 70.90 J.

Teniendo en cuenta los resultados mostrados, se procedió a realizar una tabla general donde se aprecia la variación que se obtuvo incrementando los porcentajes de fibras de nylon con respecto a la disipación de energía en la viga analizada, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 21: Resultados de disipación de energía de la Viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría - concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ adicionando 0.29, 0.35 y 0.41 % fibra de nylon

(% FIBRA DE NYLON)	DISIPACIÓN DE ENERGÍA (J)	% DISIPACIÓN DE ENERGÍA
0.00%	69.24	100.00%
0.29%	69.43	100.27%
0.35%	70.19	101.37%
0.41%	70.90	102.40%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21, se muestra el incremento de disipación de energía a medida que aumenta la dosificación en 0.29, 0.35y 0.41 % fibra de nylon con respecto a la viga crítica B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría.

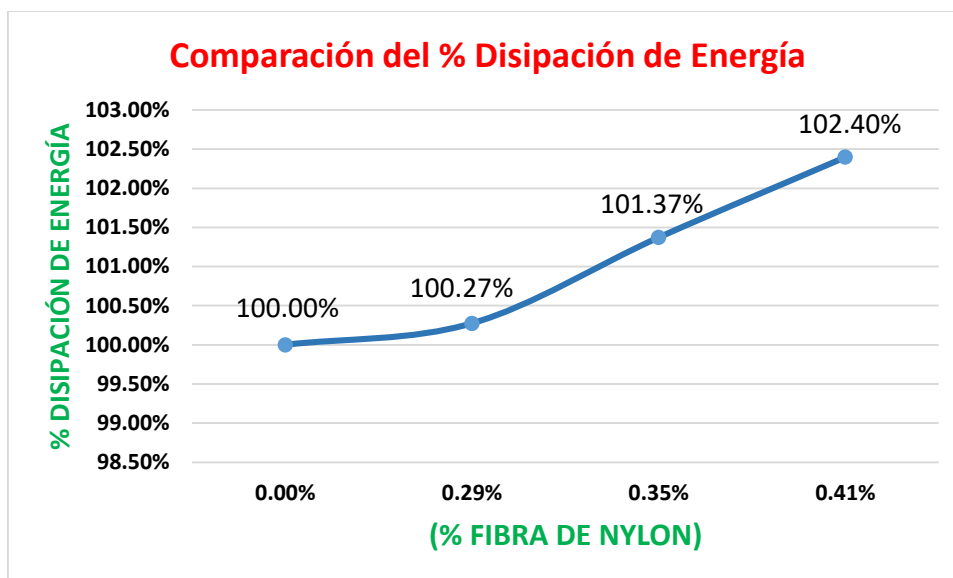


Figura 25. Curva de comparación del % Disipación de energía para el CN, CFN-0.29, CFN-0.35 y CFN-0.41

Analizando la *Figura 25* se detalla que, adicionando las fibras de nylon al concreto, aumentan la disipación de energía, logrando que:

- La viga de concreto adicionando 0.29% tenga una disipación de energía de 69.43 J, logrando un incremento de 0.27%, a comparación con la disipación de energía de la viga normal con un valor de 69.24 J.
- La viga de concreto adicionando 0.35% tenga una disipación de energía de 70.19 J, logrando un incremento de 1.37%, a comparación con la disipación de energía de la viga normal con un valor de 69.24 J.
- La viga de concreto adicionando 0.41% tenga una disipación de energía de 70.90 J, logrando un incremento de 2.40%, a comparación con la disipación de energía de la viga normal con un valor de 69.24 J.

Con los resultados obtenidos, la disipación de energía en la viga B48 a medida que se adicionó fibras de nylon incrementó de 0.19 J a 1.66 J, aumentando su disipación en 0.27% a 2.40% con respecto a la viga patrón.

Diseño de Mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por el método del Comité 211 del ACI

El diseño de la mezcla del concreto patrón se empleó con el método del ACI 211 para posteriormente obtener las propiedades mecánicas del concreto, es por ello que tomó en cuenta las características físicas y el tamaño del agregado grueso y fino, relación agua/cemento y asentamiento.

Diseño patrón (1m³) – ACI 211

Las cantidades de materiales usadas como valores de diseño por metro cúbico de concreto patrón fueron tomados del peso seco por lo mismo que no se realizó ensayos.

Tabla 22: Valores de diseño por m³ de concreto patrón

CEMENTO	345 kg/m ³
ARENA GRUESA	928 kg/m ³
PIEDRA CHANCADA	863 kg/m ³
AGUA	193 lt/m ³
a/c	0.56

Fuente: Altamirano y Huayta, 2018

Diseño patrón con fibra de nylon

Se utilizó un diseño de mezcla de la tesis ya mencionada para especificar los pesos secos de los materiales ya experimentados adicionando diferentes dosificaciones de fibra de nylon.

Tabla 23: Diseño de mezcla adicionando fibra de nylon

Materiales	Concreto Patrón	Con Fibra de nylon		
		0.29%	0.35%	0.41%
Cemento	345 kg/m ³	345 kg/m ³	345 kg/m ³	345 kg/m ³
Arena Gruesa	928 kg/m ³	928 kg/m ³	928kg/m ³	928 kg/m ³
Piedra Chancada	863 kg/m ³	863 kg/m ³	863 kg/m ³	863kg/m ³
Agua	193 lt/m ³	193 lt/m ³	193 lt/m ³	193 lt/m ³
Fibra de nylon	0 %	0.29%	0.35%	0.41%

Fuente: Elaboración propia

Análisis de costo por m3

Con el objetivo de conseguir los costos unitarios directo por m3 respecto al concreto normal $f'c=210$ kg/cm² y adicionando la dosificación optima de fibras de nylon en esta presente investigación, es que se realizó un análisis de costos para evaluar los materiales del concreto patrón, mano de obra, equipos y herramientas con el propósito de obtener un costo por m3.

Tabla 24: APU del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² – 28 días

01.01.03		CONCRETO $f'c=210$ kg/cm ² – 28 DÍAS					
m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por: m3	312.96
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
CAPATAZ	hh	0.2000		0.0800	22.27	1.78	
OPERARIO	hh	2.0000		0.8000	18.77	15.02	
OFICIAL	hh	2.0000		0.8000	15.30	12.24	
PEON	hh	10.0000		4.0000	13.93	55.72	
						84.76	
Materiales							
CEMENTO TIPO 1	bls			8.5235	20.50	174.73	
ARENA GRUESA	m3			0.3726	40.00	14.91	
PIEDRA CHANCADA	m3			0.3440	45.00	15.48	
AGUA	lt			202.6500	0.05	10.54	
						215.66	
Equipos							
VIBRADORA 55 HP	hm	1.0000		0.4000	6.25	2.50	
MEZCLADORA	hm	1.0000		0.4000	18.75	7.50	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	84.76	2.54	
						12.54	

Fuente: Elaboración propia

Al recolectar información de diseño de mezcla por m3 de la tesis mencionada se procedió analizar las dosificaciones de la fibra de nylon logrando:

En el presente proyecto con la dosificación óptima de 0.41% con respecto al cemento de 345 kg, se obtuvo 1.415 kg por m3 de concreto, de esta manera se dio como resultado la cantidad de dosificación de fibra de nylon en 1415 gr/m3 para analizar el costo por m3 de concreto.

Tabla 25: APU del concreto patrón $f'c=210$ kg/cm² + Fibra de nylon – 28 días

01.01.04		CONCRETO $f'c=210$ kg/cm ² + FIBRA DE NYLON - 28 DÍAS					
m3/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000		Costo unitario directo por: m3	327.11
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
CAPATAZ		hh	0.2000	0.0800	22.27	1.78	
OPERARIO		hh	2.0000	0.8000	18.77	15.02	
OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	15.30	12.24	
PEON		hh	10.0000	4.0000	13.93	55.72	
							84.76
Materiales							
CEMENTO TIPO 1		bls		8.5235	20.50	174.73	
ARENA GRUESA		m3		0.3726	40.00	14.91	
PIEDRA CHANCADA		m3		0.3440	45.00	15.48	
AGUA		lt		202.6500	0.05	10.54	
FIBRAS DE NYLON		gr		1,415	0.01	14.15	
							229.81
Equipos							
VIBRADORA 55 HP		hm	1.0000	0.4000	6.25	2.50	
MEZCLADORA		hm	1.0000	0.4000	18.75	7.50	
HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	84.76	2.54	
							12.54

Fuente: Elaboración propia

Analizando el costo por m³, es evidente que adicionando la dosificación óptima de fibra de nylon en la mezcla de concreto para el presente proyecto, este tiene un incremento mínimo por ser un material natural ya que es un producto factible para la población.

Como medida de analizar el costo se realizó la comparación entre un concreto adicionando un producto químico y un concreto adicionando un producto natural. Por esta razón, se considera la fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB para compararlo con la fibra de escoba de nylon en este proyecto de investigación, se obtuvo una diferencia notable en el costo por lo mismo que son de diferente material, pero en ambos concluyeron que adicionando estas fibras aumenta las propiedades mecánicas en el presente proyecto.

Contrastación de hipótesis

La adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ influyen de manera positiva en la capacidad de disipación de energía, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.

Con los resultados obtenidos por medio de análisis documental y con el programa Etabs, mostrados en tablas y gráficos en base a ensayos, se aprueba la hipótesis de que adicionando fibras metálicas y fibras de nylon a las vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ influye de manera positiva en la capacidad de disipación de energía, analizando la viga crítica B48 en el piso del colegio Ciro Alegría en el distrito de Carabayllo, con respecto a la resistencia y tenacidad del concreto tal como se muestra en la viga calculada en el Anexo 6.

La dosificación de fibras metálicas contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.

Por medio de análisis documental para la recolección de datos respecto a los ensayos de flexión del concreto adicionando diferentes proporciones de fibras se afirma la contribución que tuvo las dosificaciones de fibras metálicas en vigas de concreto, ya que incrementó la resistencia a flexión, analizando la viga crítica de la estructura con diferentes proporciones de fibra se afirma el aumento de tenacidad mostrando el incremento de la capacidad de disipación de energía en la viga.

La dosificación óptima de fibras metálicas afecta de manera positiva en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.

Aumentando la dosificación óptima de las fibras metálicas al concreto incrementó la capacidad y ductilidad de la estructura, por ende, aumentó la capacidad de disipación de energía a comparación del concreto patrón, volviéndola más resistencia, sin embargo, esta fibra metálica por ser un aditivo químico tiene un precio considerable, por lo que se realizó un análisis de costo adicionando la dosificación óptima de la fibra metálica por m^3 de concreto y comparando con la otra fibra de nylon, se obtuvo un incremento elevado respecto al costo.

La dosificación de fibras de nylon contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210$ kg/cm², colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.

Por medio de análisis documental para la recolección de datos respecto a los ensayos de flexión del concreto adicionando diferentes proporciones de fibras se afirma la contribución que tuvo las dosificaciones de fibras de nylon en vigas de concreto, ya que incrementó la resistencia a flexión, analizando la viga crítica de la estructura con diferentes proporciones de fibra se afirma el aumento de tenacidad mostrando el incremento de la capacidad de disipación de energía en la viga.

La dosificación óptima de fibras de nylon afecta de manera positiva en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210$ kg/cm², colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019.

Aumentando la dosificación óptima de las fibras de nylon al concreto incrementó la capacidad y ductilidad de la estructura, por ende, aumentó la capacidad de disipación de energía a comparación del concreto patrón en la estructura del colegio Ciro Alegría, volviéndola más resistencia, se realizó un análisis de costo adicionando la dosificación óptima de la fibra de nylon por m³ de concreto al compararla con la otra fibra metálica, se obtuvo un incremento mínimo respecto al costo.

V. DISCUSIÓN

5.1 Contribución de la fibra metálica en las propiedades mecánicas para determinar la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto

Carranza (2018) en su trabajo de investigación agregó al concreto, diferentes dosificaciones de 40 kg/m³, 60 kg/m³ y 80 kg/m³ de fibra de acero, obteniendo el incremento de la resistencia a flexión a medida en que aumenta las dosificaciones de fibras de acero; en el desarrollo de la presente investigación también se adicionó al concreto patrón diferentes dosificaciones de 25 kg/m³, 35kg/m³ y 45 kg/m³ de fibra metálica, obteniendo un incremento de resistencia a flexión a medida en que aumenta las dosificaciones de fibras metálicas. Respecto a la tenacidad, Machuca y Sarmiento (2016) en su trabajo de investigación, evaluó la tenacidad para determinar la disipación de energía tomando como muestra un elemento estructural

críticos en un sistema aperturado con el programa Etabs, obteniendo un incremento de disipación de energía adicionando 30 kg/m³ fibra metálica a comparación del concreto normal, en el desarrollo de la presente investigación se adicionó al concreto patrón diferentes dosificaciones de 25 kg/m³, 35kg/m³ y 45 kg/m³ de fibra metálica, obteniendo un incremento de disipación de energía a medida en que aumenta las dosificaciones de fibras metálicas.

La dosificación de fibras metálicas contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210$ kg/cm², colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019. Por medio de la técnica de análisis documental se recolectó datos respecto al ensayo de resistencia a la flexión, comprobando la influencia que tuvo las dosificaciones de fibras metálicas en las vigas de concreto, ya que aumentó la resistencia, y la tenacidad que se calculó en el programa Etabs a través de la viga B48 de la estructura del colegio Ciro Alegría mostrando mayor capacidad para disipar energía a medida que aumenta la dosificación de fibra metálica.

¿Cómo contribuye la dosificación de fibras metálicas ante las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210$ kg/cm², colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019?. A los 28 días, la viga de concreto patrón obtuvo una resistencia a la flexión de 26.64 kg/cm² y en la medida que se adicionó las fibras metálicas en 25 kg/m³, 35 kg/m³ y 45 kg/m³ el que mejor resultado obtuvo a la resistencia a flexión fue el de 45 kg/m³ logrando una resistencia de 32.20 kg/cm², aumentando en un 20.87% a comparación con el resultado del concreto patrón; luego la viga crítica del colegio Ciro Alegría en Carabayllo al ser sometidas a la combinaciones de carga, mostró mayor capacidad de disipar energía con la dosificación de 45 kg/m³ de fibra metálica es decir, un mejor desempeño evitando que el elemento estructural falle, con una disipación de energía de 72.01 J a comparación del concreto patrón que disipo energía en un 69.24 J.

Al realizar la búsqueda con la técnica de análisis documental en los repositorios universitarios y artículos científicos, no se encontró tesis que tuvieran las dosificaciones de fibras metálicas similares para los ensayos de resistencia a la flexión y tenacidad en vigas de concreto $f'c = 210$ kg/cm² respecto a lo propuesto

en la presente investigación, es por ello que se modificó las dosificaciones de fibras metálicas para estar dentro del rango de la tesis analizada y luego se calculó la disipación de energía por medio del área bajo la curva carga-deflexión en el programa Etabs y AutoCAD.

5.2 Afecta la dosificación óptima de fibras metálicas en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto

Carranza (2018) en su trabajo de investigación agregó al concreto, diferentes dosificaciones de 40 kg/m³, 60 kg/m³ y 80 kg/m³ de fibra de acero, obteniendo el incremento de la resistencia a flexión a medida en que aumenta las dosificaciones de fibras de acero; en el desarrollo de la presente investigación también se adicionó al concreto patrón diferentes dosificaciones de 25 kg/m³, 35kg/m³ y 45 kg/m³ de fibra metálica, obteniendo un incremento de resistencia a flexión a medida en que aumenta las dosificaciones de fibras metálicas.

La dosificación óptima de fibras metálicas afecta de manera positiva en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019. Por medio del ensayo a flexión, se afirmó la mejora en su resistencia, pero también un incremento en el costo por 1m³ en la propiedad de flexión, a su vez para la tenacidad de la estructura del colegio Ciro Alegría no se elaboró un análisis de costo ya que el trabajo en su totalidad fue desarrollado a través del software Etabs y para calcular la disipación de energía en vigas de concreto se usó AutoCAD.

¿Cómo afecta la dosificación óptima de fibras metálicas ante el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019?. A los 28 días, la viga de concreto patrón obtuvo una resistencia a la flexión de 26.64 kg/cm² y su análisis de costo unitario fue de S/ 321.53 por 1 m³ de concreto, en la medida que se adicionó las fibras metálicas en 25 kg/m³, 35 kg/m³ y 45 kg/m³ el que mejor resultado obtuvo a la resistencia a flexión fue el de 45 kg/m³, siendo la dosificación óptima en la presente investigación logrando una resistencia de 32.20 kg/cm² y su análisis de costo unitario fue de S/ 891.91 por 1 m³ de concreto, encontrándose un gasto de S/. 570.38 demás, pero se garantizó una mayor resistencia a flexión en un 20.87% a comparación con el

resultado del concreto patrón; luego las vigas del colegio Ciro Alegría en Carabayllo al ser sometidas a las cargas especificadas en la norma E 0.60 en su artículo 9, mostró menos deflexión en la viga de concreto adicionando 35 kg/m³, es decir, un mejor desempeño con una disipación de energía de 13.40 J a comparación del concreto patrón que disipo energía en un 13.12 J, al realizar el cálculo de la capacidad de la estructura no se elaboró un análisis de costo ya que el trabajo en su totalidad fue desarrollado a través del software Etabs y para la disipación de energía en vigas de concreto se usó AutoCAD, encontrándose un gasto nulo y garantizando una mayor capacidad del concreto adicionando fibra metálica a comparación con el resultado del concreto patrón.

Al realizar la búsqueda con la técnica de análisis documental en los repositorios universitarios y artículos científicos, no se encontró tesis que tuvieran las dosificaciones de fibras metálicas similares para los ensayos de resistencia a la flexión y tenacidad en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ respecto a lo propuesto en la presente investigación, es por ello que se modificó las dosificaciones de fibras metálicas para estar dentro del rango de la tesis analizada y luego se calculó la disipación de energía por medio del área bajo la curva carga-deflexión en el programa Etabs y AutoCAD.

5.3 Contribución de la fibra de nylon en las propiedades mecánicas para determinar la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto

Núñez (2016) en su trabajo de investigación agregó al concreto, diferentes porcentajes de 0.50%, 1% y 1.2% de fibra de nylon, obteniendo una disminución de la resistencia a medida en que aumenta las dosificaciones de fibras de nylon; en el desarrollo de la presente investigación también se adicionó al concreto patrón diferentes dosificaciones de 0.29%, 0.35% y 0.41% de fibra de nylon, obteniendo un incremento de resistencia a flexión a medida en que aumenta las dosificaciones de fibras de nylon.

La dosificación de fibras de nylon contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019. Por medio de la técnica de análisis documental se recolectó datos respecto al ensayo de resistencia a la flexión,

comprobando la influencia que tuvo las dosificaciones de fibras de nylon en las vigas de concreto, ya que aumentó la resistencia y tenacidad que se calculó en el programa Etabs a través de la estructura del colegio Ciro Alegría mostrando menos deflexión en vigas, aumentando de tal manera la tenacidad, por ende, incrementó la capacidad de disipación de energía de la estructura.

¿Cómo contribuye la dosificación de fibras de nylon ante las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210$ kg/cm², colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019?. A los 28 días, la viga de concreto patrón obtuvo una resistencia a la flexión de 40.50 kg/cm² y en la medida que se adicionó las fibras de nylon en 0.29%, 0.35% y 0.41% el que mejor resultado obtuvo a la resistencia a flexión fue el de 0.41% logrando una resistencia de 47.35 kg/cm², aumentando en un 16.91% a comparación con el resultado del concreto patrón; luego las vigas del colegio Ciro Alegría en Carabayllo al ser sometidas a las cargas especificadas en la norma E 0.60 en su artículo 9, mostró menos deflexión con la dosificación 0.41% de fibra de nylon es decir, un mejor desempeño con una disipación de energía de 13.82 J a comparación del concreto patrón que disipo energía en un 13.12 J.

Al realizar la búsqueda con la técnica de análisis documental en los repositorios universitarios y artículos científicos, no se encontró tesis que tuvieran las dosificaciones de fibras de nylon similares para los ensayos de resistencia a la flexión y tenacidad en vigas de concreto $f'c = 210$ kg/cm² respecto a lo propuesto en la presente investigación, es por ello que se modificó las dosificaciones de fibras de nylon para estar dentro del rango de la tesis analizada y luego se calculó la disipación de energía por medio del área bajo la curva carga-deflexión en el programa Etabs y AutoCAD.

5.4 Afecta la dosificación óptima de fibras de nylon en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto

Núñez (2016) en su trabajo de investigación agregó al concreto, diferentes porcentajes de 0.50%, 1% y 1.2% de fibra de nylon, obteniendo una disminución de la resistencia a medida en que aumenta las dosificaciones de fibras de nylon; en el desarrollo de la presente investigación también se adicionó al concreto patrón

diferentes dosificaciones de 0.29%, 0.35% y 0.41% de fibra de nylon, obteniendo un incremento de resistencia a flexión a medida en que aumenta las dosificaciones de fibras de nylon.

La dosificación óptima de fibras de nylon afecta de manera positiva en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019. Por medio del ensayo a flexión, se afirmó la mejora en su resistencia, pero también un mínimo incremento en el costo por 1m^3 en la propiedad de flexión, a su vez para la tenacidad de la estructura del colegio Ciro Alegría no se elaboró un análisis de costo ya que el trabajo en su totalidad fue desarrollado a través del software Etabs y para calcular la disipación de energía en vigas de concreto se usó AutoCAD.

¿Cómo afecta la dosificación óptima de fibras de nylon ante el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019?. A los 28 días, la viga de concreto patrón obtuvo una resistencia a la flexión de 40.50 kg/cm^2 y su análisis de costo unitario fue de S/ 312.96 por 1 m^3 de concreto, en la medida que se adicionó las fibras de nylon en 0.29%, 0.35% y 0.41% el que mejor resultado obtuvo a la resistencia a flexión fue el de 0.41%, siendo la dosificación óptima en la presente investigación logrando una resistencia de 47.35 kg/cm^2 y su análisis de costo unitario fue de S/ 327.22 por 1 m^3 de concreto, encontrándose un gasto de S/. 14.26 demás, pero se garantizó una mayor resistencia a flexión en un 16.91% a comparación con el resultado del concreto patrón; luego las vigas del colegio Ciro Alegría en Carabayllo al ser sometidas a las cargas especificadas en la norma E 0.60 en su artículo 9, mostró menos deflexión en la viga de concreto adicionando 0.41% , es decir, un mejor desempeño con una disipación de energía de 13.82 J a comparación del concreto patrón que disipo energía en un 13.12 J, al realizar el cálculo de la capacidad de la estructura no se elaboró un análisis de costo ya que el trabajo en su totalidad fue desarrollado a través del software Etabs y para la disipación de energía en vigas de concreto se usó AutoCAD, encontrándose un gasto nulo y garantizando una mayor capacidad del concreto adicionando fibra de nylon a comparación con el resultado del concreto patrón.

Al realizar la búsqueda con la técnica de análisis documental en los repositorios universitarios y artículos científicos, no se encontró tesis que tuvieran las dosificaciones de fibras de nylon similares para los ensayos de resistencia a la flexión y tenacidad en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ respecto a lo propuesto en la presente investigación, es por ello que se modificó las dosificaciones de fibras de nylon para estar dentro del rango de la tesis analizada y luego se calculó la disipación de energía por medio del área bajo la curva carga-deflexión en el programa Etabs y AutoCAD.

VI. CONCLUSIONES

Se resolvió que, la adición de fibras metálicas y de nylon en el concreto mejoran la resistencia a flexión y tenacidad en vigas observando la influencia positiva en la capacidad de disipación de energía; observando el incremento en las propiedades; al aumentar la resistencia a flexión a comparación con el patrón; en la tenacidad obtuvo un incremento al adicionar dichas fibras analizando en la viga crítica B48 en el piso 1, aumentando la capacidad de disipación de energía a comparación del patrón.

Se estableció la contribución de la dosificación de fibras metálicas en las propiedades mecánicas para la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto. Para el ensayo a flexión, a medida que aumenta la dosificación de la fibra metálica en kilogramos por m^3 de concreto contribuye en el aumento de resistencia, obteniéndose valores en forma creciente desde 28.40 kg/cm^2 con 25 kg/m^3 de fibra hasta 32.20 kg/cm^2 con 45 kg/m^3 de fibra a comparación de la resistencia del concreto patrón con 26.64 kg/cm^2 ; entonces la contribución de la fibra metálica es positiva en las proporciones propuestas respecto al ensayo a flexión del concreto. Para el ensayo a tenacidad en la viga crítica del colegio Ciro Alegría, a medida que aumenta la dosificación de la fibra metálica en kilogramos por m^3 de concreto contribuye en el aumento de tenacidad, incrementando la capacidad de disipación de energía en la viga B48 en el piso 1, obteniéndose valores en forma creciente desde 69.89 J con 25 kg/m^3 de fibra hasta 72.01 J con 45 kg/m^3 de fibra a comparación de la disipación de energía del concreto patrón con 69.24 J ; entonces la contribución de la fibra metálica hasta 45 kg/m^3 es positiva en las proporciones propuestas respecto al ensayo a tenacidad.

Se estableció la dependencia de la proporción óptima de la fibra metálica en el costo para la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto. Para el ensayo a flexión, el concreto patrón obtuvo un costo de S/. 321.53 y con la adición de 45 kg/m³ de fibra metálica influyó en el aumento de hasta S/. 570.38 por 1m³ de concreto mezclado, debido al costo de la fibra metálica de S/. 253.50 por bolsa de 20 kg; entonces el aumento del costo está directamente relacionado con los kilogramos de fibra metálica por m³ de concreto, pero garantiza en el tiempo una mejor calidad de esta propiedad, por lo que la dependencia positiva con respecto a la proporción óptima de la fibra metálica queda comprobada. Para el análisis de tenacidad en la viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría no se elaboró un análisis de costo ya que el trabajo en su totalidad fue desarrollado a través del software Etabs, encontrándose un gasto nulo y garantizando en el tiempo una mayor capacidad del concreto adicionando fibra metálica a comparación con el resultado del concreto patrón, por lo que la dependencia positiva con respecto a la proporción óptima de la fibra metálica con 45 kg/m³ queda comprobada.

Se estableció la contribución de la dosificación de fibras de nylon en las propiedades mecánicas para la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto. Para el ensayo a flexión, a medida que aumenta la dosificación de la fibra de nylon en porcentajes contribuye en el aumento de resistencia, obteniéndose valores en forma creciente desde 45.78 kg/cm² con 0.29% de fibra hasta 47.35 kg/cm² con 0.41% de fibra a comparación de la resistencia del concreto patrón con 40.50 kg/cm²; entonces la contribución de la fibra de nylon es positiva en las proporciones propuestas respecto al ensayo a flexión del concreto. Para el ensayo a tenacidad en la viga crítica del colegio Ciro Alegría, a medida que aumenta la dosificación de la fibra de nylon en porcentajes contribuye en el aumento de tenacidad, incrementando la capacidad de disipación de energía en la viga B48 en el piso 1, obteniéndose valores en forma creciente desde 69.43 J con 0.29% de fibra hasta 70.90 J con 0.41% de fibra a comparación de la disipación de energía del concreto patrón con 69.24 J; entonces la contribución de la fibra de nylon hasta 0.41% es positiva en las proporciones propuestas respecto al ensayo a tenacidad.

Se estableció la dependencia de la proporción óptima de la fibra de nylon en el costo para la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto. Para el

ensayo a flexión, el concreto patrón obtuvo un costo de S/. 312.96 y con la adición de 0.41% de fibra de nylon respecto al cemento influyó en el aumento de hasta S/. 14.26 por 1m³ de concreto mezclado, debido al costo de la escoba de nylon; entonces el aumento del costo está directamente relacionado con los gramos de fibra de nylon, pero garantiza en el tiempo una mejor calidad de esta propiedad, por lo que la dependencia positiva con respecto a la proporción óptima de la fibra de nylon queda comprobada. Para el análisis de tenacidad en la viga B48 en el piso 1 del colegio Ciro Alegría no se elaboró un análisis de costo ya que el trabajo en su totalidad fue desarrollado a través del software Etabs, encontrándose un gasto nulo y garantizando en el tiempo una mayor capacidad del concreto adicionando fibra de nylon a comparación con el resultado del concreto patrón, por lo que la dependencia positiva con respecto a la proporción óptima de la fibra de nylon con 0.41% queda comprobada.

VII. RECOMENDACIONES

En la presente investigación al elegirse dosificaciones de fibra metálica que iban de 25kg/m³ hasta un 45 kg/m³, en todas ellas se logró el incremento de resistencia a flexión en vigas, por lo que se recomienda adicionar las fibras metálicas a partir de la dosificación óptima especificado en el presente proyecto para mantener el incremento de la resistencia en vigas de concreto, por otra parte analizando la tenacidad en la viga crítica B48 en el piso 1 de la estructura, incrementó la capacidad de disipación de energía, al aumentar las dosificaciones de fibra metálica de 25kg/m³ hasta un 45 kg/m³, por lo que se recomienda adicionar las fibras metálicas a partir de la dosificación óptima especificado en el presente proyecto para mantener el incremento de la tenacidad.

En la presente investigación, para el costo, resultó la dosificación óptima de fibra metálica con 45 kg/m³, el cual logró una influencia positiva en la resistencia a flexión en vigas, con un aumento de S/. 570.38, por otra parte, tuvo una influencia positiva en la tenacidad en la viga crítica del colegio Ciro Alegría al adicionar 45 kg/m³ de fibra metálica, incrementando la capacidad de disipación de energía, se obtuvo un nulo incremento en el costo ya que se realizó el análisis en el programa Etabs. Por lo que se recomienda adicionar las fibras metálicas en el concreto a partir de la

dosificación óptima especificado en el presente proyecto, ya que es un material que aumenta dichas propiedades mecánicas a pesar de ser un material costoso.

En la presente investigación al elegirse dosificaciones de fibra de nylon que iban de 0.29% hasta un 0.41%, en todas ellas se logró el incremento de resistencia a flexión en vigas, por lo que se recomienda adicionar las fibras de nylon a partir de la dosificación óptima especificado en el presente proyecto para mantener el incremento de la resistencia en las vigas de concreto, por otra parte, analizando la tenacidad en la viga crítica B48 en el piso 1 de la estructura, incrementó la capacidad de disipación de energía, al aumentar las dosificaciones de fibra de nylon de 0.29% hasta un 0.41%, por lo que se recomienda adicionar las fibras de nylon a partir de la dosificación óptima especificado en el presente proyecto para mantener el incremento de la tenacidad.

En la presente investigación, para el costo, resultó la dosificación óptima de fibra de nylon con 0.41%, el cual logró una influencia positiva en la resistencia a flexión, con un aumento de S/. 14.26, por otra parte, tuvo una influencia positiva en la tenacidad en la viga crítica del colegio Ciro Alegría al adicionar 0.41% de fibra de nylon, incrementando la capacidad de disipación de energía, se obtuvo un nulo incremento en el costo ya que se realizó el análisis en el programa Etabs. Por lo que se recomienda adicionar las fibras de nylon en el concreto a partir de la dosificación óptima especificado en el presente proyecto, ya que es un material natural que aumenta dichas propiedades mecánicas y es factible.

REFERENCIAS

1. GONZÁLEZ FERNÁNDEZ, Victoriano, BARRIOS-PADURA, Ángela y MOLINA-HUELVA, Marta. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. *Aplicación de las técnicas no destructivas Pull-Off y ultrasonidos en el control de calidad del refuerzo con materiales compuestos en estructuras de concreto* [en línea]. 2018, enero, vol. **28**, (1), p.7. [Fecha de consulta: 7 de octubre de 2019]. ISSN: 0124-8170. Disponible en: <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2593>
2. APERADOR-CHAPARRO, William, CARRILLO, Julian, CÁRDENAS-PULIDO, Jhon. Engineering Research and Technology. *Effect of Chloride Ion on the Durability Properties of RC-65/35-BN Steel Fiber Reinforced Concrete* [on-line]. 2017, april–june, vol. **18**, (2), p.139. [Consultation date: October 2, 2019]. ISSN: 1405-7743. Available in: <http://www.scielo.org.mx/pdf/iit/v18n2/1405-7743-iit-18-02-00139.pdf>
3. COMAS, Raúl et al. Ingeniería Industrial. *Propuesta metodológica para la formulación del problema científico* [en línea]. 2013, mayo-agosto, vol. **34**, (2), p.189. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. ISSN: 1815-5936. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362013000200008&lng=en&tlng=en
4. HENRÍQUEZ FIERRO, Elena y ZEPEDA GONZALEZ, Maria. Ciencia y enfermería. *Preparación de un proyecto de investigación* [en línea]. 2003, diciembre, vol. **9**, (2), p.24. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2019]. ISSN: 0717-9553. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532003000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
5. TAPIA, Lorena et al. Revista Médica Clínica Las Condes. *Pregunta, hipótesis y objetivos de una investigación clínica* [en línea]. 2019, enero - febrero, vol. **30**, (1), p.32. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. ISSN: 0716-8640. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0716864019300069?token=808B460BC8928433B34BDF7D3F9A9E7F3930A0FDE4E782230F7BF83CBF35BC5DC2D31A016FB7C5354026B474271D1BBC>
6. ABREU, José. Daena: Revista Internacional de Buena Conciencia. *La relación Entre El Marco Teórico, Las Preguntas de Investigación y Objetivos de la Investigación* [en línea]. 2012, julio, vol. **7**, (2), p.178. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. ISSN: 1870-557X. Disponible en: <https://studylib.es/doc/6848620/la-relaci%C3%B3n-entre-el-marco-te%C3%B3rico--las-preguntas-de-inve...>
7. CARRANZA VERGARAY, Johan. *Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto $f'_c=210$ kg/cm², en losas industriales en el distrito de Huarochirí - lima* [en línea]. Tesis Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo, Lima, 2018. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2019]. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCVV_4a2e7f9c516d443bbed89142c5115b49/Details

8. FLORES VARGAS, Francisco y MAMANI MAMANI, Ronald. *Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Force PP-48* [en línea]. Tesis Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2018. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7222>
9. SOTIL LEVY, Alfredo y ZEGARRA RIVEROS, Jorge. *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido* [en línea]. Tesis Título de Ingeniero Civil. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2015. [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581616>
10. MACHUCA QUINTERO, Andrés y SARMIENTO MARCANO, Patricia. *Evaluación del potencial de capacidad de disipación de energía en vigas en voladizo con UHPC sometidas a cargas cíclicas* [en línea]. Tesis Título de Magister en Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2016. [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21191/MachucaQuinteroAndresFelipe2016.pdf?sequence=1>
11. MONTOYA VALDEZ, Kevin. *Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos* [en línea]. Tesis Título de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016. [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2019]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3997_C.pdf
12. NÚÑEZ MENESES, Johana. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón común con el hormigón adicionado fibras de nylon, utilizando agregados existentes en la Provincia de Pastaza* [en línea]. Tesis Título de Ingeniera Civil. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2016. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23483/1/Tesis%201025%20-%20N%c3%ba%c3%b1ez%20Meneses%20Johana%20Lizbeth.pdf>
13. BAZGIR, Ahmad. *The Behaviour of Steel Fibre Reinforced Concrete Material and its Effect on Impact Resistance of Slabs* [on-line]. Master's Thesis of Philosophy in Structural Engineering. City University London, 2016. [Consultation date: October 10, 2019]. Available in: <https://core.ac.uk/download/pdf/42630797.pdf>
14. DOPKO, Michael. *Fiber reinforced concrete: Tailoring composite properties with discrete fibers* [on-line]. Master's Thesis of Science. Iowa State University, Ames, 2018. [Consultation date: November 9, 2019]. Available in: <https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=7720&context=etd>
15. ÖZTÜRK, Çağrı. *High performance macro synthetic fiber reinforced concrete* [on-line]. Master's Thesis of Science in Civil Engineering. Middle East Technical University, Turkey, 2018. [Consultation date: November 9, 2019]. Available in: <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12622001/index.pdf>

16. ALPASLAN-KOROGLU, Mehmet. Revista de la construcción. *Comportamiento del concreto autocompactante compuesto (SCC) reforzado con alambres de acero de llantas de desecho* [en línea]. 2018, diciembre, vol. **17**, (3), pp. 484-498. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]. ISSN: 0718-915X. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2018000300484&lang=es
17. CARRILLO, Julián, SILVA-PÁRAMO, Diego. Ingeniería, investigación y tecnología. *Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con fibras de acero* [en línea]. 2016, julio - septiembre, vol. **17**, (3), pp.317-330. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2019]. ISSN: 1405-7743. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432016000300317&lang=es
18. RUIZ, Daniel et al. Revista ingeniería de construcción. *Evaluación del comportamiento de vigas en voladizo de concreto reforzado con fibras ante la aplicación de cargas cíclicas* [en línea]. 2015, abril, vol. **30**, (1), pp.17-31. [Fecha de consulta: 8 de mayo de 2020]. ISSN: 0718-5073. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732015000100002&lang=es
19. TURMO, José et al. Materiales de construcción. *Estudio del comportamiento a cortante de vigas de hormigón reforzado con fibras* [en línea]. 2008, octubre - diciembre, vol. **58**, (292), p.6. [Fecha de consulta: 31 de octubre de 2019]. ISSN: 0465-2746. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/113638>
20. RUKAVINA, Tea, IBRAHIMBEGOVIC, Adnan y KOZAR, Ivica. Latin American Journal of Solids and Structures. *Multi-scale representation of plastic deformation in fiber-reinforced materials: application to reinforced concrete* [on-line]. 2019, august, vol. **16**, (7), p.1. [Consultation date: October 10, 2019]. ISSN: 1679-7825. Available in: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-78252019000700706&lang=pt
21. MILLÁN CASTILLO, María. *Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de polipropileno y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cantón Ambato, Provincia de Tungurahua* [en línea]. Tesis Título de Ingeniera Civil. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2013, p.30. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6029/1/Tesis%20744%20-%20Mill%C3%A1n%20Castillo%20Mar%C3%ADa%20Fernanda%20.pdf>
22. SIKA. Construcción. *Sika Informaciones Técnicas Concreto reforzado con fibras* [en línea]. 2011, agosto, vol.1, p.7. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISSN: 0122-0594. Disponible en: https://per.sika.com/dms/getdocument.get/743731e6-f615-3cf1-96f6-f2ebfac98803/Concreto%20Reforzado%20con%20Fibras_Brochure.pdf
23. NÚÑEZ MENESES, Johana. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón común con el hormigón adicionado fibras de nylon, utilizando agregados existentes en la Provincia de Pastaza* [en línea]. Tesis Título de Ingeniera Civil. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2016, p.22. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. Disponible en:

<http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23483/1/Tesis%201025%20-%20N%c3%ba%c3%b1ez%20Meneses%20Johana%20Lizbeth.pdf>

24. LÓPEZ ROMAN, Jorge. *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado* [en línea]. Tesis Maestro en Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México, 2015, p.24. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://www.macrofibras.org/images/pdf/BASF-CONCRETO-REFORZADO-CON-MACROFIBRAS-UNAM.pdf>

25. MONTOYA VALDEZ, Kevin. *Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos* [en línea]. Tesis Título de Ingeniero Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016, p.10. [Fecha de consulta: 4 de octubre de 2019]. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3997_C.pdf

26. MÁRMOL SALAZAR, Patricia. *Hormigones con Fibras de Acero Características Mecánicas* [en línea]. Tesis Maestra en Ingeniería. Universidad Politécnica de Madrid, 2010, p.18. [Fecha de consulta: 14 de octubre de 2019]. Disponible en: http://oa.upm.es/4510/1/TESIS_MASTER_PATRICIA_CRISTINA_MARMOL_SALAZAR.pdf

27. HERSCOVICI, H., ROEHL, D. y SÁNCHEZ, E. Ibracon Structures and Materials Journal. *Experimental studies of short concrete reinforced steel fiber beams under bending* [on-line]. 2019, april, vol.12, (2), p.289. [Consultation date: October 12, 2019]. ISSN: 1983-4195. Available in: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952019000200288&lang=es

28. MC CORMAC, Jack y BROWN, Russell. *Diseño de concreto reforzado* [en línea]. 8.ª ed. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V., 2011, p.49. [Fecha de consulta: 3 de octubre de 2019]. ISBN:978-607-707-231-7. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=4r0oDQAAQBAJ&pg=PR49&dq=fibras+metalicas+para+concreto&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi9o5KHoYLIahX1ILkGHWOKBiQQ6AEINTAC#v=onepage&q=fibras%20metalicas%20para%20concreto&f=false>

29. CORREIA, R., BONO, G. y BONO, G. Ibracon Structures and Materials Journal. *Optimization of reinforced concrete beams using Solver tool* [on-line]. 2019, august, vol. 12, (4), p.911. [Consultation date: October 15, 2019]. ISSN: 1983-4195. Available in: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952019000400910&lang=es

30. DEGHEHARD, C., SILVA, B. y PELISSER, F. Revista Ibracon de Estructuras e Materiales. *Experimental analysis of load capacity in beams with steel fiber reinforcement on the compression face* [on-line]. 2019, february, vol.12, (1), p.69. [Consultation date: October 10, 2019]. ISSN: 1983-4195. Available in: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952019000100069&lang=es

31. CARRILLO, Julián, SILVA-PÁRAMO, Diego. Ingeniería, investigación y tecnología. *Ensayos a flexión de losas de concreto sobre terreno reforzadas con*

fibras de acero [en línea]. 2016, julio - septiembre, vol. **17**, (3), p.319. [Fecha de consulta: 13 de octubre de 2019]. ISSN: 1405-7743. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432016000300317&lang=es

32. BUTTIGNOL, T., SOUSA, J. y BITTENCOURT, T. *Ibracon Structures and Materials Journal. Ultra High-Performance Fiber-Reinforced Concrete (UHPRFC): a review of material properties and design procedures* [on-line]. 2017, august, vol. **10**, (4), p.958. [Consultation date: October 13, 2019]. ISSN: 1983-4195. Available in: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952017000400957&lang=es

33. UMAIR, Muhammad et al. *Construction magazine. Finite element simulation of RC beams under flexure strengthened with different layouts of externally bonded fiber reinforced polymer (FRP) sheets* [on-line]. 2018, december, vol. **17**, (3), p.384. [Consultation date: October 17, 2019]. ISSN: 0718-915X. Available in: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2018000300383&lang=es

34. DOMINGUES DE FIGUEIREDO, Antonio y CECCATO, Marcos. *Materials Research. Workability Analysis of Steel Fiber Reinforced Concrete Using Slump and Ve-Be Test* [on-line]. 2015, october, vol. **18**, (6), p.1284. [Consultation date: October 15, 2019]. ISSN: 1980-5373. Available in: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392015000601284&lang=es

35. CCOPA CORIMANYA, Rocio y SOTO MAMANI, Erika. *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con Fibra Metálica* [en línea]. Tesis Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, 2018, p.27. [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8155>

36. ACI Committee 544. *Guide for Specifying, Proportioning, and Production of Fiber-Reinforced Concrete* [on-line]. U.S.A.: Farmington Hills, 2008. [Consultation date: October 17, 2019]. ISBN: 978-0-87031-311-0. Available in: <http://auber.com.vn/upload/download/738213331873.pdf>

37. FILIPPINI FANTONI, Roberto. *Polímeros. Como a poliamida substituiu a seda: uma história da descoberta da poliamida 66* [em-linha]. 2012, febbraio, vol. **22**, (1), p.4. [Data da consulta: 16 de outubro de 2019]. ISSN: 0104-1428. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14282012000100003&lang=es

38. NÚÑEZ MENESES, Johana. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón común con el hormigón adicionado fibras de nylon, utilizando agregados existentes en la Provincia de Pastaza* [en línea]. Tesis Título de Ingeniera Civil. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2016, p.22. [Fecha de consulta: 2 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23483/1/Tesis%201025%20-%20N%c3%ba%c3%b1ez%20Meneses%20Johana%20Lizabeth.pdf>

39. ACI Committee 544. *Report on the Physical Properties and Durability of Fiber-Reinforced Concrete* [on-line]. U.S.A.: Farmington Hills, 2010. [Consultation date:

October 17, 2019]. ISBN: 978-0-87031-365-3. Available in: [http://www.tagroup.com.lb/uploads/downloads/Physical_Properties_Durability_Report\(5445r_10\).pdf](http://www.tagroup.com.lb/uploads/downloads/Physical_Properties_Durability_Report(5445r_10).pdf)

40. RAMI, Haddad. Latin American Journal of Solids and Structures. *An Anchorage System for Enhanced Bond Behavior between Carbon Fiber Reinforced Polymer Sheets and Cracked Concrete* [on-line]. 2019, august, vol. **16**, (8), p.2. [Consultation date: October 16, 2019]. ISSN: 1679-7825. Available in: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-78252019000800501&lang=es

41. ALFONSO RODRÍGUEZ, Javier y BADILLO PERALTA, Oscar. *Evaluación de la capacidad de disipación de energía de concreto con fibras metálicas y de caucho de desecho de llanta* [en línea]. Tesis Título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2011, p.21. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/7461>

42. MACHUCA QUINTERO, Andrés y SARMIENTO MARCANO, Patricia. *Evaluación del potencial de capacidad de disipación de energía en vigas en voladizo con UHPC sometidas a cargas cíclicas* [en línea]. Tesis Título de Magister en Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2016, p.26. [Fecha de consulta: 11 de noviembre de 2019]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/21191/MachucaQuinteroAndresFelipe2016.pdf?sequence=1>

43. ALPASLAN KOROGU, Mehmet. Construction magazine. *Behavior of composite self-compacting concrete (SCC) reinforced with steel wires from waste tires* [on-line]. 2018, december, vol. **17**, (3), p.484. [Consultation date: October 13, 2019]. ISSN: 0718-915X. Available in: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2018000300484&lang=es

44. NÚÑEZ MENESES, Johana. *Análisis comparativo de la resistencia a compresión del hormigón común con el hormigón adicionado fibras de nylon, utilizando agregados existentes en la Provincia de Pastaza* [en línea]. Tesis Título de Ingeniera Civil. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2016, p.23. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23483/1/Tesis%201025%200-%20N%c3%ba%c3%b1ez%20Meneses%20Johana%20Lizbeth.pdf>

45. PACHECO, Fernanda et al. Materia magazine. *Effects of fiber hybridization in advanced cementitious composites durability in humid and aggressive environments* [on-line]. 2018, october, vol. **23**, (3), p.1. [Consultation date: October 17, 2019]. ISSN: 1517-7076. Available in: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000300424&lang=es

46. CARRILLO, Julián, BARRERA, Angélica y ACOSTA, Dago. Engineering and competitiveness. *Assessment of the splitting- tensile strength of ZP-306 steel fiber reinforced concrete* [on-line]. 2014, january - june, vol. **16**, (1), p.264. [Consultation date: October 2, 2019]. ISSN: 0123-3033. Available in:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332014000100023&lang=es

47. MUÑOZ SALINAS, Francisco y MENDOZA ESCOBEDO, Carlos. Concreto y cemento. Investigación y desarrollo. *La durabilidad en las estructuras de concreto reforzado desde la perspectiva de la norma española para estructuras de concreto* [en línea]. 2012, julio – diciembre, vol. 4, (1), p.63. [Fecha de consulta: 31 de octubre de 2019]. ISSN: 2007-3011. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112012000200004

48. MÁRMOL SALAZAR, Patricia. *Hormigones con Fibras de Acero Características Mecánicas* [en línea]. Tesis Maestra en Ingeniería. Universidad Politécnica de Madrid, 2010, p.28. [Fecha de consulta: 30 de octubre de 2019]. Disponible en: http://oa.upm.es/4510/1/TESIS_MASTER_PATRICIA_CRISTINA_MARMOL_SALAZAR.pdf

49. BAENA PAZ, Guillermina. *Metodología de la investigación - Serie integral por competencias* [en línea]. 2.ª ed. México: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V., 2014, p.14 [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2019]. ISBN: 978-607-744-003-1. Disponible en: <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>

50. COCCIA, Mario. Journal of Economics Library. *Competition between Basic and Applied Research in the Organizational Behaviour of Public Research Labs* [online]. 2018, July, vol. 5, (2), p.118. [Consultation date: October 29, 2019]. ISSN: 2149-2379. Available in: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3219140

51. VARGAS CORDERO, Zoila. Revista educación. *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica* [en línea]. 2009, julio, vol. 33, (1), p.159. [Fecha de consulta: 31 de octubre de 2019]. ISSN: 0379-7082. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

52. MUÑOZ ROCHA, Carlos. *Metodología de la investigación* [en línea]. 2.ª ed. México: Oxford University Press México, S.A. de C.V., 2015 [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2019]. ISBN: 9786074265422. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=DfIcDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=metodologia+de+la+investigacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwilopziponIAhWXHrkGHZYvBPQQ6AEILjAB#v=onepage&q=tipo%20de%20investigacion&f=false>

53. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. *Metodología de la investigación* [en línea]. 6.ª ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014, p.95. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2019]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

54. NIÑO ROJAS, Víctor. *Metodología de la investigación - Diseño y ejecución* [en línea]. 2.ª ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011, p.29. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2019]. ISBN: 978-958-8675-94-7. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>

55. LAFUENTE IBÁÑEZ, Carmen y MARÍN EGOSCOZÁBAL, Ainhoa. Revista Escuela de Administración de Negocios. *Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas* [en línea]. 2008, septiembre-diciembre, n.64, p.8. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISSN: 0120-8160. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20612981002>
56. AMIEL PÉREZ, José. Revista de la Sociedad Química del Perú. *Las variables en el método científico* [en línea]. 2007, julio - setiembre, vol. **73**, (3), p.171. [Fecha de consulta: 31 de octubre de 2019]. ISSN: 1810-634X. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2007000300007
57. LERMA GONZÁLEZ, Héctor. *Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto* [en línea]. 4.ª ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2009, p.75. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2019]. ISBN: 978-958-648-602-6. Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzQ4MzM1NF9fQU41?sid=0f015e91-6d6f-4f2c-a83d-299f944cb37f@pdc-v-sessmgr02&vid=7&format=EB&rid=3>
58. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5.ª ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V, 2014, p.172. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
59. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. *Metodología de la investigación* [en línea]. 4.ª ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C. V, 2006, p.239. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISBN: 970-10-5753-8. Disponible en: <https://seminariodemetodologiadelainvestigacion.files.wordpress.com/2012/03/metodologc3ada-de-la-investigacic3b3n-roberto-hernc3a1ndez-sampieri.pdf>
60. LÓPEZ, Pedro. Punto Cero. *Población, muestra y muestreo* [en línea]. 2004, vol. **09**, (8), p.69. [Fecha de consulta: 31 de octubre de 2019]. ISSN: 1815-0276. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
61. DEL CID, Alma, MÉNDEZ, Rosemary y SANDOVAL, Franco. *Investigación. Fundamentos y metodología* [en línea]. 2.ª ed. México: Pearson Educación, 2011, p.91. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. ISBN: 978-607-442-705-9. Disponible en: <https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>
62. LÓPEZ-ROLDÁN, Pedro y FACHELLI, Sandra. *Metodología de la investigación social cuantitativa* [en línea]. 2.ª ed. Bellaterra : Universitat Autònoma de Barcelona, 2015, p.35. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. ISBN: 978-607-442-705-9. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2016/163564/metinvsocua_a2016_cap1-2.pdf

63. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, María. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5.^a ed. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V, 2014, p.200. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2019]. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
64. NIÑO ROJAS, Víctor. *Metodología de la investigación - Diseño y ejecución* [en línea]. 2.^a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011, p.87. [Fecha de consulta: 8 de octubre de 2019]. ISBN: 978-958-8675-94-7. Disponible en: <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>
65. ROBERTS, Kate, DOWELL, Antony and NIE, Jing-Bao. BMC Medical Research Methodology. *Attempting rigour and replicability in thematic analysis of qualitative research data; a case study of codebook development* [on-line]. 2019, december, vol. **19**, (1), p.2. [Consultation date: October 31, 2019]. DOI: 10.1186/s12874-019-0707-y. Available in: https://www.researchgate.net/publication/332059787_Attempting_rigour_and_replicability_in_thematic_analysis_of_qualitative_research_data_A_case_study_of_codebook_development
66. 5.7 *Interpolación y Extrapolación Lineales* [en línea] [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.ck12.org/book/ck-12-conceptos-de-%c3%a1lgebra-i-en-espa%c3%b1ol/section/5.7/>

ANEXOS

Anexo 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para determinar la capacidad de disipación de energía, colegio Ciro Alegría, Carabayllo – 2019”

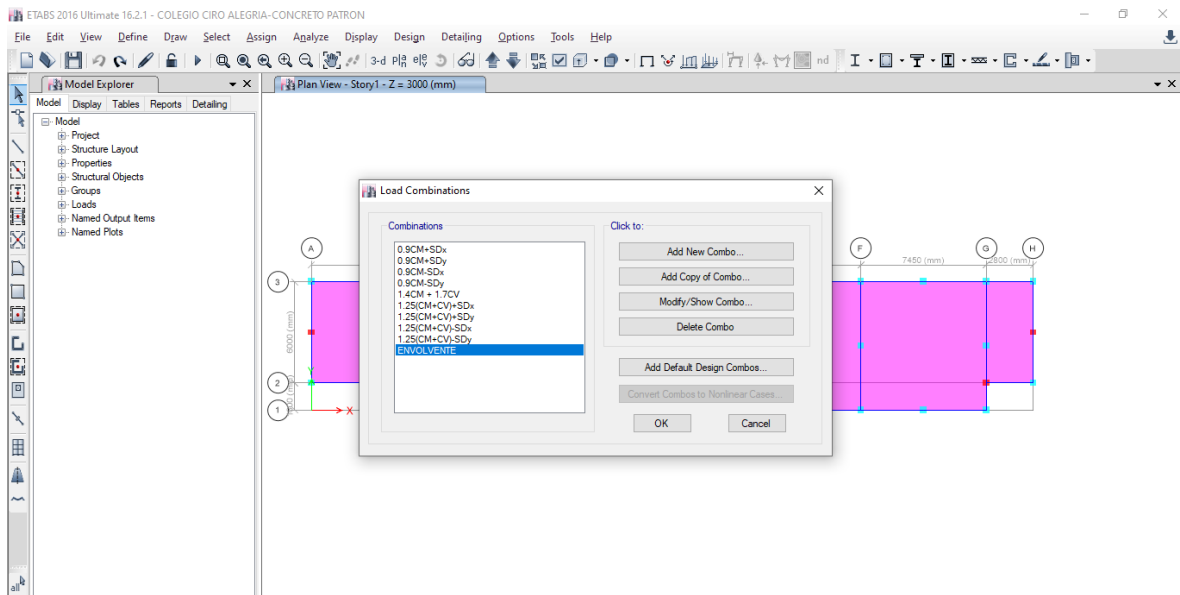
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<u>INDEPENDIENTE</u> Fibras metálicas	Según Mármol indica que la fibra de acero es un material de una longitud corta y una sección pequeña, para que en el momento de adicionar estas fibras en la mezcla del concreto tenga el propósito de brindarle mejores propiedades mecánicas, y así logre ofrecer ciertas características para conseguir exitosamente una mezcla de concreto favorable en estado fresco (2010, p.18).	La variable fibras metálicas se analizará en función de su dimensión, dosificación de fibras de acero, por lo tanto, la dimensión de esta variable será evaluado por 3 ítems.	Dosificación	25 kg/m ³	Balanza
				35 kg/m ³	Balanza
				45 kg/m ³	Balanza
<u>INDEPENDIENTE</u> Fibras de nylon	Al respecto Núñez manifiesta que el nylon, aparte de ser un material con fines de uso textiles, últimamente ha sido utilizado en la construcción, pues con la adición de esta fibra en el concreto ha logrado la reducción de fisuras en el concreto por retracción plástica, a su vez mejora sus propiedades mecánicas presentando resistencia y trabajabilidad (2016, p.38).	La variable fibras de nylon se analizará en función de su dimensión, dosificación de fibras de nylon, por lo tanto, la dimensión de esta variable será evaluado por 3 ítems.	Dosificación	0.29 %	Balanza
				0.35 %	Balanza
				0.41 %	Balanza
<u>DEPENDIENTE</u> Capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Al respecto, Alfonso y Badillo (2011) indican que la capacidad de disipar energía de cualquier estructura de concreto va a depender de la tenacidad (momento donde ocurre la primera grieta del material), esto quiere decir que a mayor disipación de energía se logra mayor deformación, por ende, fallas dúctiles (p.21).	La variable capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se analizará en función de sus dimensiones, propiedades mecánicas y costo, por lo tanto, las 2 dimensiones de esta variable serán evaluados por 5 ítems.	Propiedades mecánicas	Tenacidad	Ensayo a la tenacidad
				Resistencia a flexión	Ensayo a flexión
			Costo	Presupuestos	Hoja de cálculo

Anexo 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

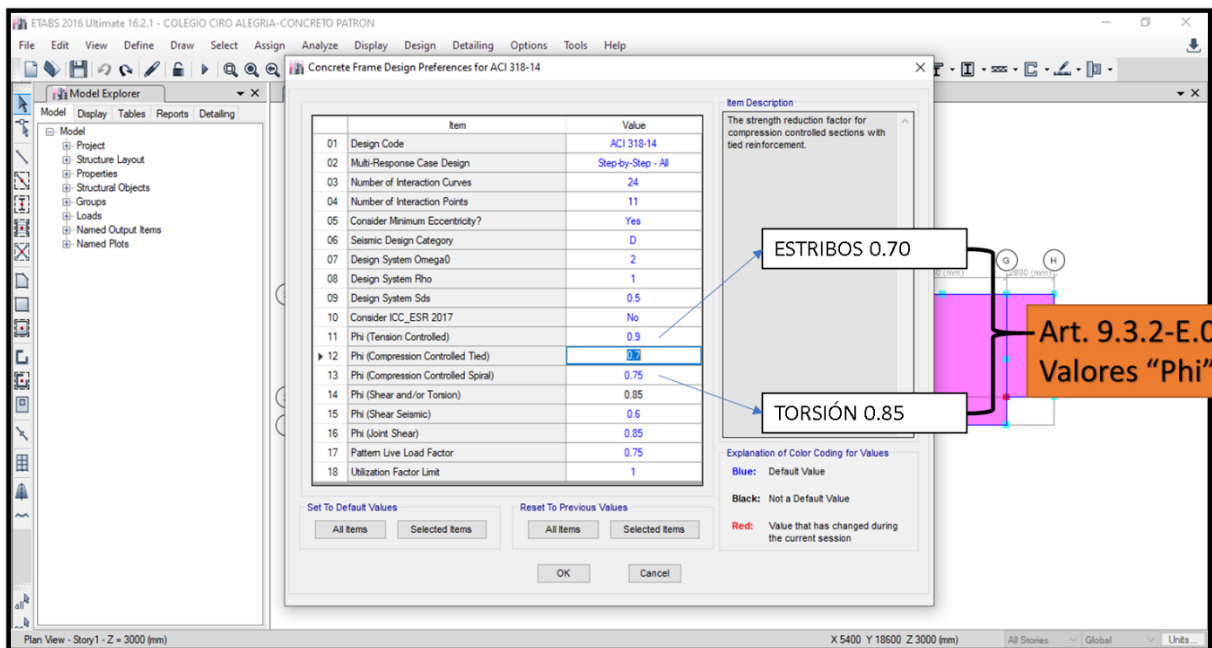
Título: "Adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para determinar la capacidad de disipación de energía, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019"						
PROBLEMA	OBEJTIOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	V. DEPENDIENTE: Capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$			Diseño de investigación: Experimental Tipo de investigación: Aplicada Nivel de investigación: Explicativa Enfoque de investigación: Cuantitativo Unidad de análisis: Vigas de concreto Población: Todas las vigas de concreto del colegio Ciro Alegría en Carabaylo Muestra: Las vigas de concreto del Pabellón B del colegio Ciro Alegría en Carabaylo Técnica: Análisis documental Instrumentos: Ficha de registro de datos
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cómo influye la adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante la capacidad de disipación de energía, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019?	Analizar la adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ante la capacidad de disipación de energía, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019	La adición de fibras metálicas y de nylon en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ influyen de manera positiva en la capacidad de disipación de energía, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019	D1: Propiedades mecánicas	I1: Tenacidad I2: Resistencia a flexión	Ensayo a la tenacidad Ensayo a flexión	
			D2: Costo	I3: Presupuestos	Hoja de cálculo	
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	V. INDEPENDIENTE: Fibras metálicas			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cómo contribuye la dosificación de fibras metálicas ante las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019?	Conocer si la dosificación de fibras metálicas contribuye en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019	La dosificación de fibras metálicas contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019	D4: Dosificación	I4: 25 kg/m3 I5: 35 kg/m3 I6: 45 kg/m3	Balanza	
¿Cómo afecta la dosificación óptima de fibras metálicas ante el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019?	Indicar si la dosificación óptima de fibras metálicas afecta el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019	La dosificación óptima de fibras metálicas afecta de manera positiva en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019				
			V. INDEPENDIENTE: Fibras de nylon			
¿Cómo contribuye la dosificación de fibras de nylon ante las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019?	Conocer si la dosificación de fibras de nylon contribuye en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019	La dosificación de fibras de nylon contribuye de manera positiva en las propiedades mecánicas de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019	D5: Dosificación	I7: 0.29 % I8: 0.35 % I9: 0.41 %	Balanza	
¿Cómo afecta la dosificación óptima de fibras de nylon ante el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019?	Indicar si la dosificación óptima de fibras de nylon afecta el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019	La dosificación óptima de fibras de nylon afecta de manera positiva en el costo de la capacidad de disipación de energía en vigas de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, colegio Ciro Alegría, Carabaylo – 2019				

Anexo 3: DISEÑO DE VIGA CRÍTICA

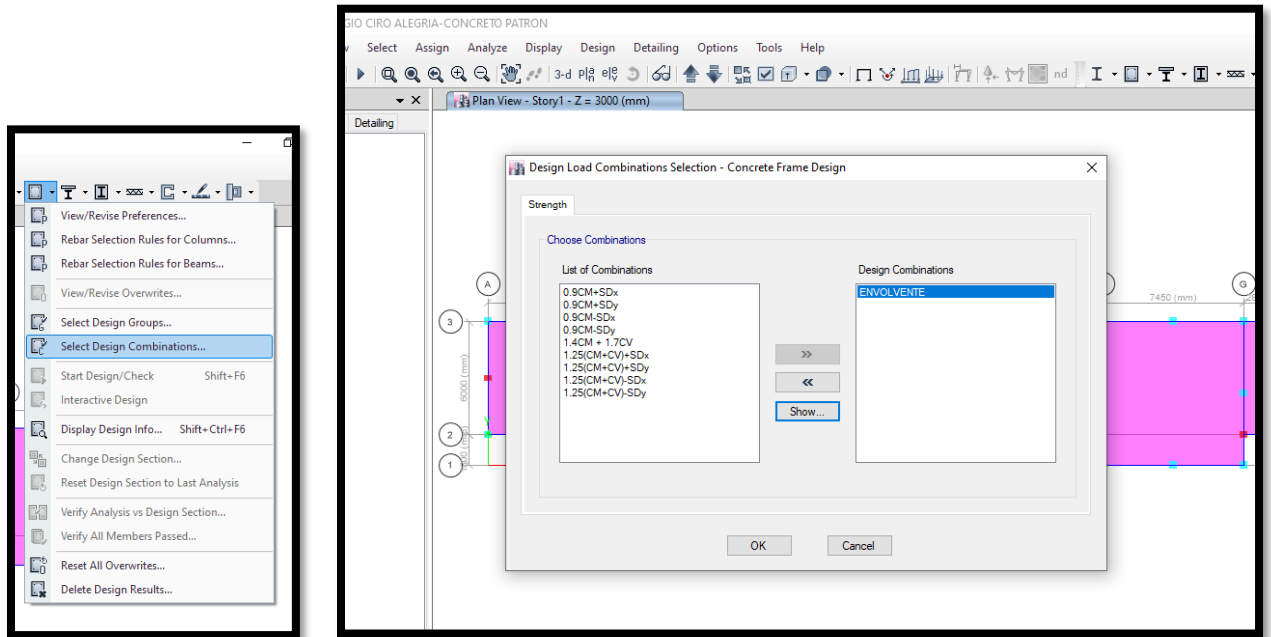
Asignación de envoltura para diseño estructural de viga



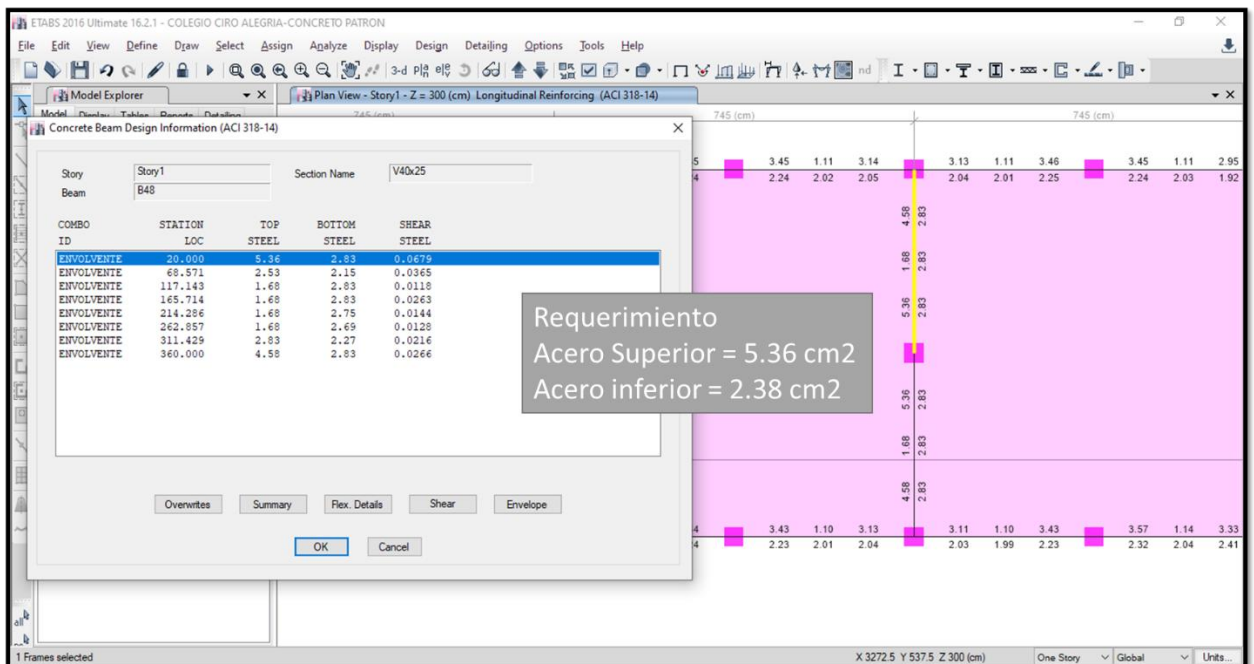
Adaptación del A.C.I (por defecto en ETABS) a la NORMA PERUANA E - 060



Seleccionamos el tipo de combinación de cargas para diseño estructural de elementos, en este caso la “Envolvente”. Acto seguido, Corremos análisis.



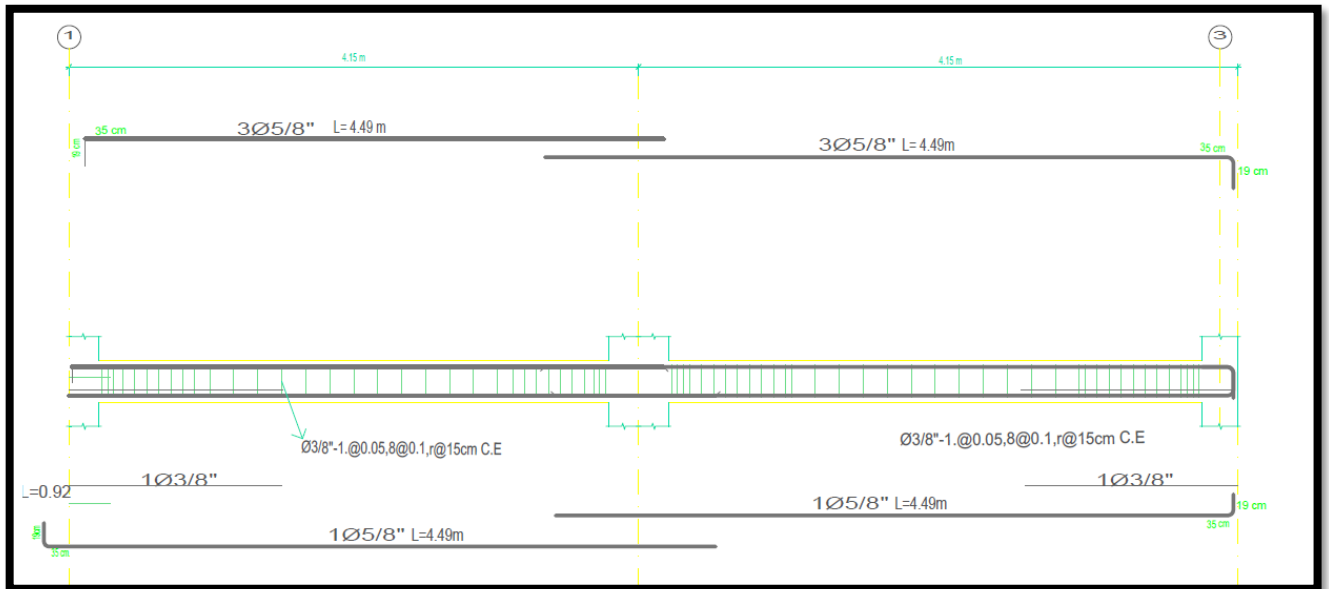
Se obtiene requerimiento de acero



Requerimiento de acero para la Viga crítica B-48 40x25 cm

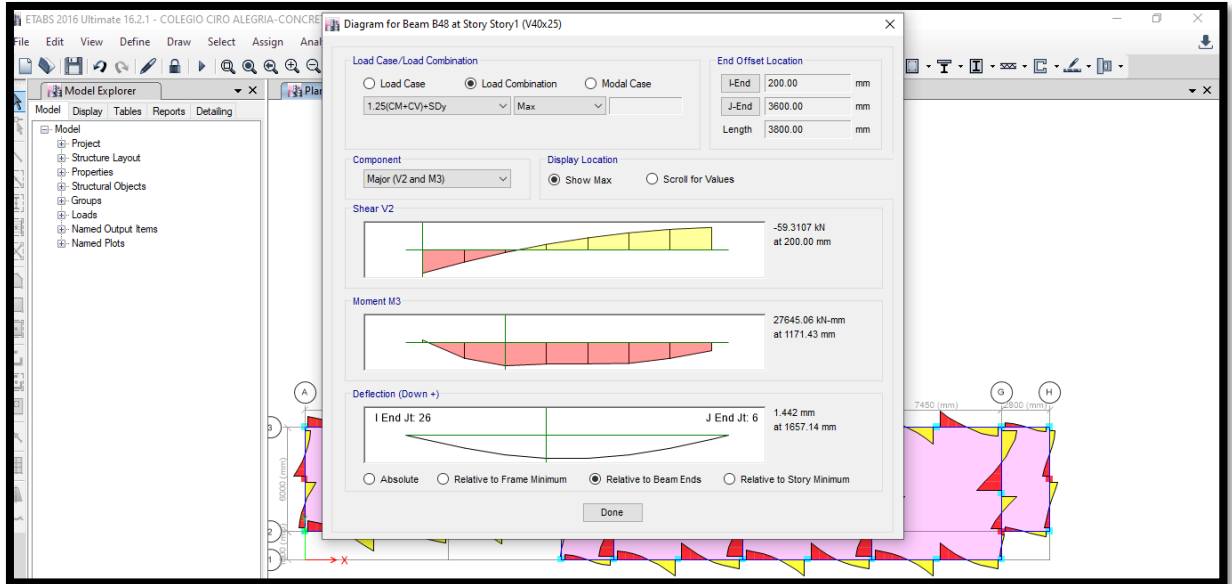
	Acero (cm ²)	# Barras	LONGITUD DESARROLLO L _D	ESTRIBOS
VIGA B-48 40x25 cm	Sup. 5.36	3Ø 5/8"	Ø 5/8" <u>Gancho</u> L _a : 35 cm Doblez: 19 cm	Ø3/8"- 1.@0.05,8@0.1,r@0.15 C.E
	Inf. 2.83	1Ø 5/8" 1Ø 3/8"	Ø 3/8" <u>Gancho</u> L _a : 21 cm Doblez: 11 cm	

Viga crítica B47-B48

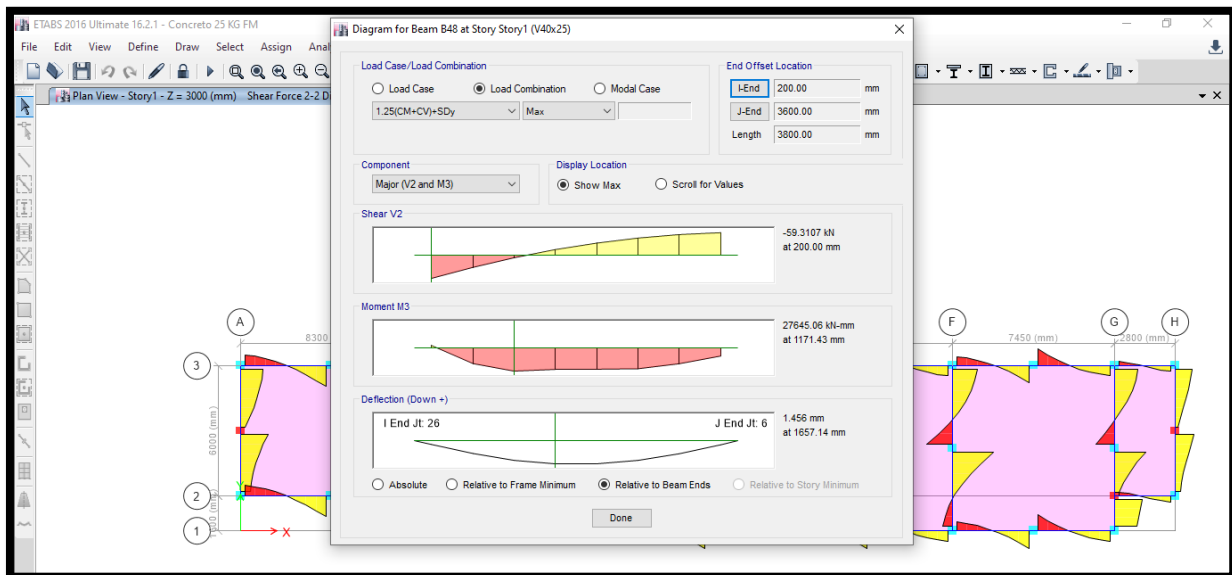


Anexo 4: ANALIZANDO LA VIGA CRÍTICA

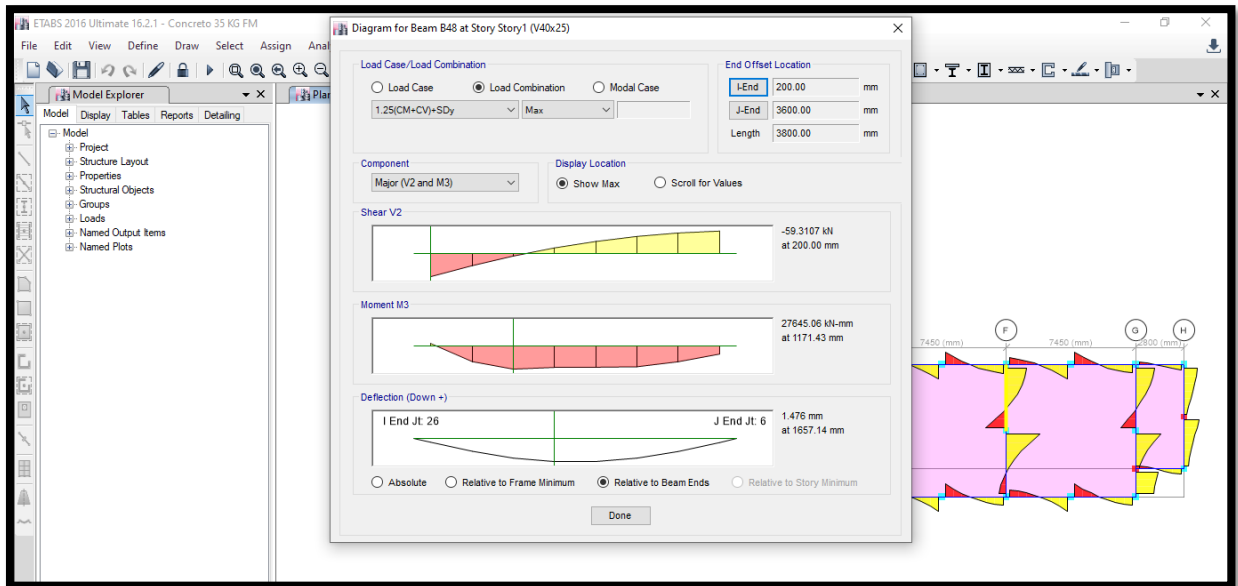
Cuadro de fuerza-deflexión – Concreto patrón



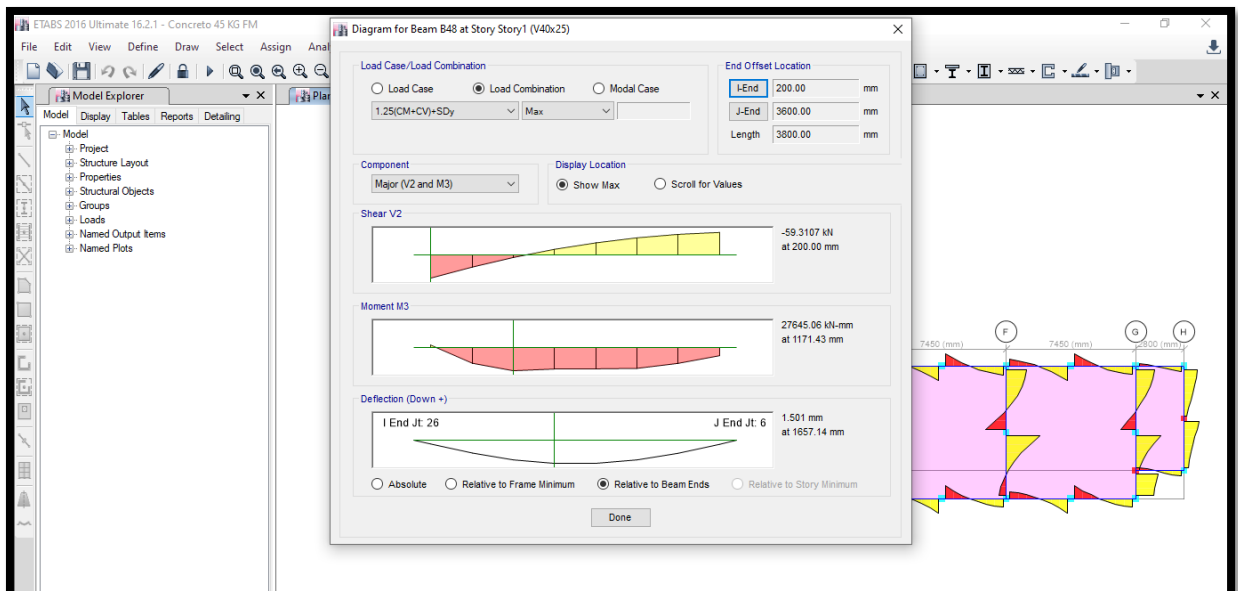
Cuadro de fuerza-deflexión – Concreto patrón+ 25 kg FM



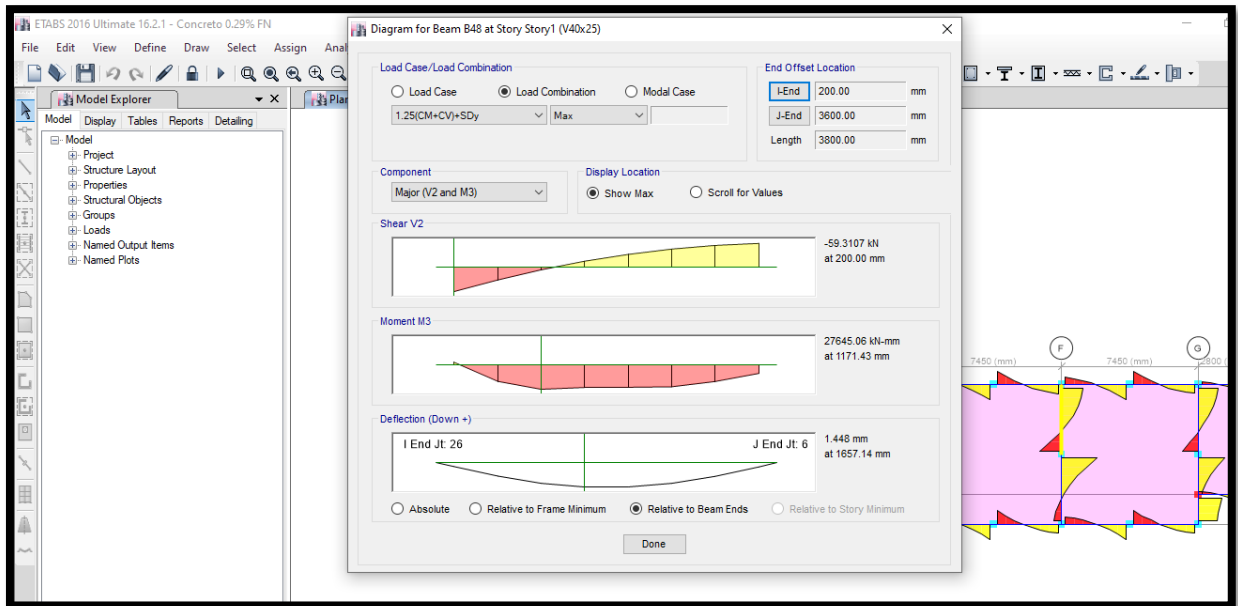
Cuadro de fuerza-deflexión – Concreto patrón+ 35 kg FM



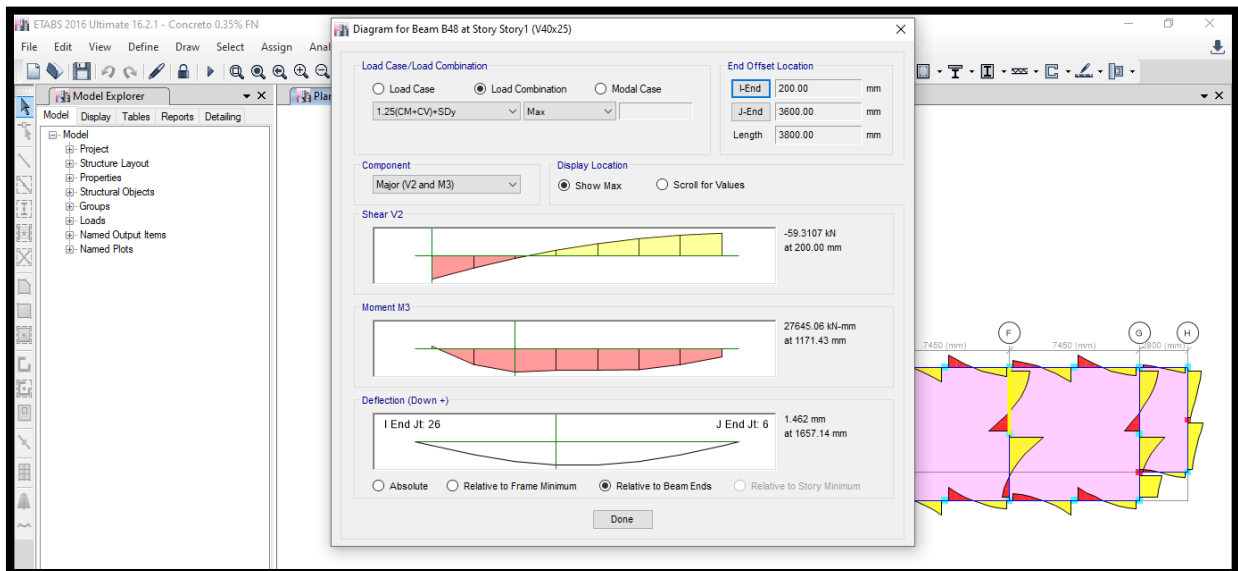
Cuadro de fuerza-deflexión – Concreto patrón+ 45 kg FM



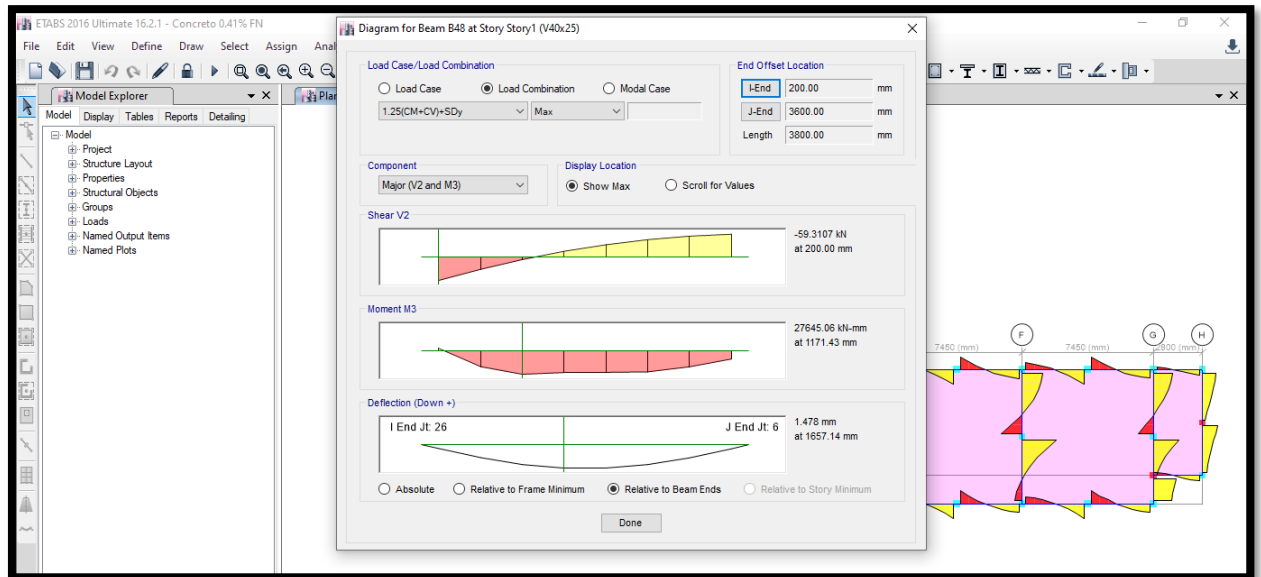
Cuadro de fuerza-deflexión – Concreto patrón+ 0.29 % FN



Cuadro de fuerza-deflexión – Concreto patrón+ 0.35% FN



Cuadro de fuerza-deflexión – Concreto patrón+ 0.41% FN



Anexo 5: REVISIÓN DE INSTRUMENTOS

ENSAYOS PARA EL CONCRETO			
Nº ENSAYO	NOMBRE DE LOS ENSAYOS	NOMBRE DE LA NORMA	NORMA TÉCNICA EMPLEADA PARA LOS ENSAYOS
1	Ensayo a la tenacidad	ASTM C1018	Tenacidad o impacto del concreto
2	Ensayo a flexión	NTP 339.078	Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de tramo.

Anexo 6: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – FIBRA METÁLICA

Diseño de mezcla patrón de fibra metálica

$$r_f = 54.2\%$$

m) CÁLCULO DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS DEL AGREGADO

Volumen absoluto del:

$$\text{Agregado fino:} \dots\dots\dots 0.647 \times 0.542 = 0.350 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso:} \dots\dots\dots 0.647 - 0.350 = 0.297 \text{ m}^3$$

n) PESOS SECOS DEL AGREGADO

Peso seco del:

$$\text{Agregado fino:} \dots\dots\dots 0.350 \times 2.28 \times 1000 = 799 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso:} \dots\dots\dots 0.297 \times 2.51 \times 1000 = 744 \text{ kg/m}^3$$

o) VALORES DE DISEÑO

Las cantidades de materiales por unidad cúbica de concreto, a ser empleadas como valores de diseño, fueron:

$$\text{Cemento:} \dots\dots\dots 364 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua de diseño:} \dots\dots\dots 204 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agregado Fino seco:} \dots\dots\dots 799 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso seco:} \dots\dots\dots 744 \text{ kg/m}^3$$

p) CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Peso húmedo:

$$\text{Del Agregado fino:} \dots\dots\dots 799 \times 1.0744 = 858 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Del Agregado Grueso:} \dots\dots\dots 744 \times 1.0075 = 750 \text{ kg/m}^3$$

Flores y Mamani (2018) en su investigación titulada **“Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Force PP-48”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Altiplano, p.78.

Hoja técnica Sika Fiber CHO 65/35 NB

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO SikaFiber® CHO 65/35 NB

FIBRA DE ACERO PEGADAS PARA REFUERZO DEL CONCRETO
NORMAL Y CONCRETO PROYECTADO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto tradicional y concreto proyectado (shotcrete) especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika® Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero de alta relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

USOS

Sika® Fiber CHO 65/35 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones y especialmente concreto proyectado (shotcrete) reduciendo tiempo y costos asociados al tradicional reforzamiento con mallas de acero; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto. En concretos prefabricados reforzados; en losas de pisos industriales (trafico alto, medio y ligero) en losas y ciementos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- Reducción de la fisuración por retracción.
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 65 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

CERTIFICADOS / NORMAS

Sika® Fiber CHO 65/35 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono, EN 14889-1

 1020
HIC Corporation 260-3, Jaingjae-ro, Hallin-myeon, Gimhae-si Gyeongsangnam, -do, KORE 11 th West, Side Road, Nan-Pu Development Area Tang Shan City, CHINA
13 1020-CPR-010023618
EN 14889-1 Fibras de acero para uso estructural en hormigones (concreto), mortero y pastas. Grupo 1: Alambre estirado en frío Longitud: 35 mm Diámetro: 0.54 mm Forma: Deformado Resistencia a la tracción: 1300 N/mm ² Consistencia con 19 kg/m ³ de fibras: tiempo Vebe 12 s. Efecto en la resistencia del hormigón (concreto): 19 kg/m ³ para obtener 1.5 N/mm ² a CMOD = 0,5 mm y 1 N/mm ² a CMOD = 3,5 mm.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Sacos de papel x 20 kg.
Vida Útil	No tiene caducidad mientras se respeten las condiciones de almacenamiento.
Condiciones de Almacenamiento	Los sacos de Sika® Fiber CHO 65/35 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
Dimensiones	LONGITUD: 35 mm con extremos conformados. DIÁMETRO DE LA FIBRA: 0.54 mm RELACIÓN LONGITUD/ DIÁMETRO: 65

INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Tensión	RESISTENCIA A TRACCIÓN: Mínimo 1,300 MPa
Elongación de Rotura	ELONGACIÓN DE ROTURA: 4% máx.
Dosificación Recomendada	Normalmente entre 15 - 50 kg. de Sika® Fiber CHO 65/35 NB por m3 de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Sika® Fiber CHO 65/35 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:

- En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg. de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.
- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

NOTAS

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

RESTRICCIONES LOCALES

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

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

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



NOTAS LEGALES

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



Precio de la fibra Sika Fiber CHO 65/35 NB



Fecha : 22/06/2020

Cotización N° 2020 - 062202

Razón Social :
RUC : [10751112403](#)
Correo electrónico :
Teléfono : 922 608 587
Atención : Ylenia Alejos Cruz

ITEM	CANT.	U.M.	DESCRIPCION	PRECIO	P.TOTAL
1	1.00	UND	SIKAFIBER CHO 65/35 NB - 20KG	S/. 253.50	S/. 253.50
TOTAL S/.					253.50

Tiempo de entrega : Stock - 1 día.
Moneda : Soles
Forma de pago : Contado
Validez de la oferta : 7 días.
Consideraciones :

- Precios unitarios no incluyen IGV.
- Monto mínimo de despacho dentro de las 24 horas: S/. 800.00 o su equivalente en moneda extranjera.
- Monto menores a S/. 800.00 de acuerdo a disponibilidad de ruta dentro de las 72 horas.
- Despachos considerados en Lima Metropolitana.
- Las condiciones y precios de esta cotización están sujetos a las cantidades solicitadas. Cualquier variación de estas cantidades podrá variar las condiciones ofrecidas.
- Todo cambio o devolución de producto, accesorios, empaques y manuales originales deben estar en buen estado y sin señales de uso. Se deberá solicitar el cambio o devolución presentando copia de la factura y documento de identidad en nuestras oficinas en un máximo de 48 horas de recibido el producto.

Datos Orden de compra : ADOBE DISTRIBUCIÓN Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L. - RUC: 20605016589

Atentamente,

Maviel Vidal Borja
Adobe Distribución y Construcción E.I.R.L.
Asistente Comercial
T. 635.9455 - M. 9402.08049

Ing. Rosa Alarcón Loyola
Adobe Distribución y Construcción E.I.R.L.
Gerente Comercial



Cuenta Corriente Soles Banco BCP
194-2580682-0-93 - CCI 002- 19400258068209399

OFICINA PRINCIPAL
Jr. Juan Castilla # 732
San Juan de Miraflores – Lima

ALMACÉN
Asociación Héroes SJM MZ. H.LOTE 37
San Juan de Miraflores – Lima

Celular
992733975
ralarcon@adobe.com

Anexo 7: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – FIBRA METÁLICA

Ensayo a Flexión del concreto adicionando 20, 30, 40 y 50 kg/m³ de fibra metálica

Tabla 4.3

Datos de la Resistencia a la Flexión para los Grupos de Control.

Descripción	Cantidad de fibra según el tipo (kg/m ³)	Edad (días)	Base promedio "b" (cm)	Peralte promedio "d" (cm)	Distancia entre Apoyos "L" (cm)	Lectura del Dial P (kg)	Resistencia a la Flexión "R" (kg/cm ²)	Resistencia a la Flexión Promedio "R" (kg/cm ²)	% Resistencia a la Flexión Promedio
CN-01	0	28	15.17	15.33	45.72	2120.00	27.18	26.64	100.00%
CN-02		28	15.12	15.30	45.72	2063.60	26.66		
CN-03		28	15.00	15.37	45.72	2084.50	26.91		
CN-04		28	15.13	15.27	45.72	2067.50	26.80		
CN-05		28	15.05	15.43	45.72	1983.90	25.30		
CN-06		28	15.10	15.27	45.72	2075.30	26.96		
CFM-20-1	20	28	15.16	15.43	45.72	2221.50	28.12	28.21	105.92%
CFM-20-2		28	15.22	15.13	45.72	2029.50	26.64		
CFM-20-3		28	15.21	15.29	45.72	2288.40	29.40		
CFM-20-4		28	15.13	15.22	45.72	2140.00	27.91		
CFM-20-5		28	15.15	15.20	45.72	2288.80	29.90		
CFM-20-6		28	15.15	15.18	45.72	2084.80	27.30		
CFM-30-1	30	28	15.14	15.27	45.72	2141.30	27.74	28.59	107.33%
CFM-30-2		28	15.17	15.23	45.72	2105.90	27.36		
CFM-30-3		28	15.19	15.27	45.72	2197.70	28.37		
CFM-30-4		28	15.11	15.13	45.72	2291.70	30.28		
CFM-30-5		28	15.14	15.13	45.72	2182.60	28.79		
CFM-30-6		28	15.13	15.18	45.72	2212.30	28.99		
CFM-40-1	40	28	15.20	15.18	45.72	2221.70	28.99	29.76	111.74%
CFM-40-2		28	15.15	15.13	45.72	2295.80	30.25		
CFM-40-3		28	15.05	15.15	45.72	2218.00	29.36		
CFM-40-4		28	15.10	15.13	45.72	2313.30	30.58		
CFM-40-5		28	15.13	15.25	45.72	2264.60	29.42		
CFM-40-6		28	15.10	15.22	45.72	2292.14	29.97		
CFM-50-1	50	28	15.20	15.00	45.72	2712.15	36.27	34.64	130.06%
CFM-50-2		28	15.19	15.20	45.72	2620.10	34.13		
CFM-50-3		28	15.16	15.28	45.72	2603.40	33.62		
CFM-50-4		28	15.12	15.15	45.72	2617.60	34.49		
CFM-50-5		28	15.17	15.30	45.72	2731.20	35.17		
CFM-50-6		28	15.21	15.18	45.72	2618.70	34.18		
CFP-2-1	2	28	15.10	15.25	45.72	2019.60	26.29	27.20	102.13%
CFP-2-2		28	15.15	15.27	45.72	2084.70	26.99		
CFP-2-3		28	15.12	15.43	45.72	2159.40	27.42		

Flores y Mamani (2018) en su investigación titulada “Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Force PP-48”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Altiplano, p.99.

Certificado de Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días – CN y CFM-50



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (ASTM C-78)

TEMA: "EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO NORMAL, CON FIBRA SIKAFIBER CHO 65-35-NB Y CON FIBRA SIKAFIBER FORCE PP-48"

TESIS: Bach. FRANCISCO DANIEL FLORES VARGAS
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C. - U.N.A. PUNO

TESISTAS: Bach. RONALD ANGEL MAMANI MAMANI
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C. - U.N.A. PUNO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.

DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	BASE			PERALTE			DISTANCIA ENTRE APOYOS L (cm)	LECTURA DEL DIAL		RESISTENCIA A LA FLEXION A LA FLEXION LECTURADA (kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA FLEXION R (MPa)
				b1 (cm)	b2 (cm)	b3 (cm)	b promedio (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)		d3 (cm)	d promedio (cm)		
CN-01	07/11/2017	05/12/2017	28	15.10	15.20	15.30	15.17	15.40	15.30	15.33	2120.00	20790.10	27.18	2.67
CN-02	07/11/2017	05/12/2017	28	14.95	15.20	15.30	15.17	15.40	15.30	15.37	2065.60	20237.00	26.66	2.61
CN-03	07/11/2017	05/12/2017	28	14.95	14.95	15.10	15.00	15.30	15.30	15.30	2084.50	20441.96	26.91	2.64
CN-04	07/11/2017	05/12/2017	28	15.10	15.20	15.10	15.13	15.10	15.30	15.27	2087.50	20275.25	26.80	2.63
CN-05	07/11/2017	05/12/2017	28	15.10	15.00	15.05	15.05	15.60	15.60	15.60	1985.90	19455.41	25.30	2.48
CN-06	07/11/2017	05/12/2017	28	15.15	15.10	15.05	15.10	15.30	15.30	15.37	2075.30	20351.74	26.96	2.64
CFM-50-1	13/11/2017	11/12/2017	28	15.20	15.20	15.19	15.20	14.95	14.90	15.00	2825.10	26977.11	36.27	3.56
CFM-50-2	13/11/2017	11/12/2017	28	15.20	15.20	15.18	15.19	15.30	15.30	15.28	2669.40	25501.93	34.42	3.38
CFM-50-3	13/11/2017	11/12/2017	28	15.12	15.15	15.20	15.16	15.25	15.25	15.35	2617.60	25669.89	34.49	3.38
CFM-50-4	13/11/2017	11/12/2017	28	15.05	15.10	15.20	15.12	15.15	15.15	15.15	2731.20	26783.92	35.17	3.45
CFM-50-5	13/11/2017	11/12/2017	28	15.15	15.20	15.15	15.17	15.20	15.35	15.30	2618.70	25680.67	34.18	3.35
CFM-50-6	13/11/2017	11/12/2017	28	15.20	15.15	15.15	15.21	15.225	15.225	15.075	2618.70	25680.67	34.18	3.35

* Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, el módulo de rotura se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$$

Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, a una distancia no mayor del 5% de la luz libre, se calcula el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = \frac{P \times a}{b \times d^2}$$

a: distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medida sobre la zona de tensión de la viga



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C.
Ing. Guillermo Antonio Pacheco
TECNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C.
MSc. Gina Enrique Cortés
JEFE DE LABORATORIO

Flores y Mamani (2018) en su investigación titulada “Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Force PP-48”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Altiplano, p.182.

Certificado de Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días – CFM-40 y CFM-30



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (ASTM C-78)

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO NORMAL, CON FIBRA SIKAFIBER CHO 65-35-NB Y CON FIBRA SIKAFIBER FORCE PP-48

Ibch, FRANCISCO DANIEL FLORES VARGAS
Ibch, RONALD ANGEL MAMANI MAMANI
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C. - U.N.A. PUNO

TESTS:
TESTAS:
LUGAR:

DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (dias)	BASE				PERALTE				DISTANCIA ENTRE APOYOS L (cm)	LECTURA DEL DAL		RESISTENCIA A LA FLEXION LECTURADA (kg-f/cm ²)	RESISTENCIA A LA FLEXION R (MPa)
				b1 (cm)	b2 (cm)	b3 (cm)	b promedio (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)	d promedio (cm)		P (kg-f)	P (N)		
CFM-40-1	13/11/2017	11/12/2017	28	15.20	15.25	15.15	15.20	15.20	15.15	15.15	15.18	45.72	2221.70	21787.43	28.99	2.84
CFM-40-2	13/11/2017	11/12/2017	28	15.20	15.20	15.15	15.20	15.20	15.15	15.05	15.13	45.72	2295.80	22514.11	30.25	2.97
CFM-40-3	13/11/2017	11/12/2017	28	15.06	15.20	15.15	15.14	15.15	15.15	15.15	15.15	45.72	2118.00	21751.15	29.36	2.88
CFM-40-4	28/11/2017	26/12/2017	28	15.00	15.15	15.15	15.15	15.25	15.00	15.13	15.13	45.72	2313.30	22685.72	30.58	3.00
CFM-40-5	28/11/2017	26/12/2017	28	15.00	15.20	15.20	15.13	15.25	15.25	15.25	15.25	45.72	2764.60	22708.14	39.42	3.88
CFM-30-1	28/11/2017	26/12/2017	28	15.10	15.20	15.00	15.10	15.25	15.20	15.22	15.10	45.72	2292.14	22478.21	29.97	2.94
CFM-30-2	17/11/2017	15/12/2017	28	15.18	15.10	15.15	15.14	15.00	15.40	15.00	15.17	45.72	2141.30	20995.98	27.74	2.72
CFM-30-3	17/11/2017	15/12/2017	28	15.18	15.20	15.20	15.19	15.10	15.40	15.30	15.27	45.72	2105.90	20651.82	27.36	2.68
CFM-30-4	17/11/2017	15/12/2017	28	15.12	15.00	15.20	15.11	15.10	15.20	15.10	15.13	45.72	2281.20	21477.60	28.37	2.78
CFM-30-5	17/11/2017	15/12/2017	28	15.10	15.21	15.10	15.14	15.10	15.20	15.10	15.13	45.72	2182.60	21403.99	28.59	2.87
CFM-30-6	17/11/2017	15/12/2017	28	15.15	15.15	15.1	15.13	15.20	15.25	15.10	15.18	45.72	2212.30	21695.25	28.99	2.84

* Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, el módulo de rotura se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$$

Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, a una distancia no mayor del 5% de la luz libre, se calcula el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = \frac{P \times a}{b \times d^2}$$

andistancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medida sobre la zona de tensión de la viga



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.
Ing. Guillermo Tejada Porca
JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.
MSc. Pp. Gino Enrique Górdova
JEFE DE LABORATORIO

Flores y Mamani (2018) en su investigación titulada “Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Force PP-48”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Altiplano, p.183.

Certificado de Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días – CFM-20



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES - E.P.I.C.



RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO (ASTM C-78)

TESIS: "EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO NORMAL, CON FIBRA SIKA FIBER CHO 65-35-NB Y CON FIBRA SIKA FIBER FORCE PP-48"
TESISTAS: BACA, FRANCISCO DANIEL FLORES VARGAS; BACA, RONALD ANGEL MAMANI MAMANI
LUGAR: LABORATORIO DE CONSTRUCCIONES E.P.I.C. - U.N.A. PUNO

DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	BASE			PERALTE			DISTANCIA ENTRE APOYOS L (cm)	LECTURA DEL DIAL		RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LA FLEXIÓN LECTURADA (kg-f/cm ²)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN R (MPa)		
				b1 (cm)	b2 (cm)	b3 (cm)	b promedio (cm)	d1 (cm)	d2 (cm)		d3 (cm)	d promedio (cm)			P (kg-f)	P (N)
CFM-20-1	17/11/2017	15/12/2017	28	15.01	15.77	15.21	15.16	15.25	15.60	15.45	15.43	45.72	2221.50	21785.47	28.12	2.76
CFM-20-2	17/11/2017	15/12/2017	28	15.25	15.71	15.20	15.22	15.18	15.10	15.10	15.13	45.72	2029.50	19902.60	26.64	2.61
CFM-20-3	17/11/2017	15/12/2017	28	15.20	15.18	15.26	15.21	15.29	15.39	15.29	15.29	45.72	2288.40	22441.54	29.40	2.88
CFM-20-4	28/11/2017	26/12/2017	28	15.05	15.20	15.15	15.13	15.10	15.25	15.31	15.22	45.72	2140.00	20966.23	27.91	2.74
CFM-20-5	28/11/2017	26/12/2017	28	15.15	15.20	15.10	15.15	15.00	15.28	15.32	15.20	45.72	2288.80	22445.46	29.90	2.93
CFM-20-6	28/11/2017	26/12/2017	28	15.20	15.15	15.10	15.15	15.19	15.15	15.20	15.18	45.72	2084.80	20444.90	27.30	2.68
CFP-9-1	19/11/2017	17/12/2017	28	15.14	15.22	15.15	15.17	15.19	15.30	15.30	15.30	45.72	2557.30	25078.55	32.92	3.23
CFP-9-2	19/11/2017	17/12/2017	28	15.15	15.00	15.10	15.08	15.20	15.25	15.60	15.48	45.72	2484.10	24458.77	31.54	3.09
CFP-9-3	19/11/2017	17/12/2017	28	15.10	15.20	15.10	15.13	15.50	15.35	15.20	15.48	45.72	2609.70	25592.41	32.89	3.23
CFP-9-4	19/11/2017	17/12/2017	28	15.10	15.10	15.15	15.12	15.50	15.70	15.20	15.37	45.72	2588.00	24997.34	31.80	3.12
CFP-9-5	19/11/2017	17/12/2017	28	15.00	15.10	15.10	15.07	15.20	15.40	15.30	15.30	45.72	2630.20	25793.45	34.10	3.34
CFP-9-6	19/11/2017	17/12/2017	28	15.15	15.10	15.05	15.10	15.15	15.30	15.25	15.23	45.72	2594.60	25444.33	31.85	3.32

* Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, el módulo de rotura se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{P \times L}{b \times d^2}$$

$$R = \frac{P \times a}{b \times d^2}$$


$$R = \frac{P \times a}{b \times d^2}$$



Flores y Mamani (2018) en su investigación titulada “Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra Sika Fiber CHO 65-35-NB y con fibra Sika Fiber Force PP-48”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional del Altiplano, p.184.

Anexo 8: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – FIBRA DE NYLON

Certificado de diseño de mezcla patrón

	FORMATO		Código	AE-PO-03				
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO REFERENCIA ACI 211		Versión	01				
			Fecha	30-04-2018				
			Página	1 de 1				
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de Nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	KGC18-LEM-455-03				
SOLICITANTE	: Luis Miguel Huayta Silvestre / Damaris Piscoña Rebeca Altamirano Guerrero		REALIZADO POR :	R. Lelva				
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	N. Sánchez				
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIOCONTROL		FECHA DE VAGADO :	14/11/2018				
FECHA DE EMISIÓN	: 18/11/2018		TURNO :	Diurno				
Agregado	: Ag. Grueso No indica procedencia / Ag. Fino No indica procedencia		F c de diseño:	210 kg/cm ²				
Procedencia	: No indica		Asentamiento:	3" - 4"				
Cemento	: Andro tipo HS		Código de mezcla:	210N-P				
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA		5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO						
F' cr = 264		Cemento = 345 kg						
2. RELACION AGUA CEMENTO		8. FACTOR CEMENTO						
R' ac = 0.58		Bolsas x m ³ = 8.1 Bolsas						
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA								
Agua = 192 L								
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO								
Aire = 1.9%								
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS								
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Andro tipo HS	3150 kg/m ³	0.1094 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.1920 m ³						
Aire	---	0.0150 m ³						
---	---	0.0000 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELO	P.U. COMPACTADO	
Agregado grueso	2633 kg/m ³	0.3276 m ³	0.30%	0.75%	7.00	1506	1610	
Arena Gruesa	2615 kg/m ³	0.3549 m ³	1.60%	1.80%	3.5	1560	1720	
Volumen de patita		0.3174 m ³						
Volumen de agregados:		0.6826 m ³						
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	11. VOLUMEN DE TANCA DE PRUEBA							
Agregado grueso 48.0% = 0.3276 m ³ = 863 kg	Andro tipo HS 27.57 kg							
Arena Gruesa 52.0% = 0.3549 m ³ = 928 kg	Agua 15.67 L							
Fibras de escoba 0 g x m ³	Agregado grueso 69.7 kg							
	Arena Gruesa 75.4 kg							
	Fibras de escoba 0.0 kg							
	Sump Obtenido 4.14"							
	PUC Obtenido 2361 kg							
	FUT 2352 kg							
	Rendimiento 1.00							
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA							
Agregado grueso 864 kg	CEM A F A G A C/A FIBRA							
Arena Gruesa 943 kg	1 : 2.6 : 2.5 : 24.6 L / bolsa : 0.0 g x bolsa							
Fibras de escoba 0 g x m ³								
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD								
Agua 200 L								

INGEOCONTROL S.A.C.					
TECNICO LEM		JEFE LEM		DOC - LEM	
Nombre y Firma	M.	Nombre y Firma	M.	Nombre y Firma	M.
	A.		A.		A.
Noremi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		Noremi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	


Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf: (01) 467-8957 Cel: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

Altamirano y Huayta (2018) en su investigación titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad César Vallejo, p.134.

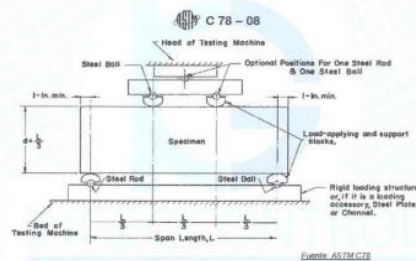
Anexo 9: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – FIBRA DE NYLON

Certificado de ensayo a flexión a los 28 días – Viga Patrón

	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°: IGC18-LEM-498-17
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerrero, Damaris Pisco Rebeca		REALIZADO POR : R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO : 3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 22/11/2018		TURNO : Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 PATRÓN	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	40 kg/cm ²
VIGA N° 02 PATRÓN	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	41 kg/cm ²



- OBSERVACIONES:
- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
 - * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
 - * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.


INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.	DOC. LEM	D.
Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.	Nombre y firma:	M.
	A.	 Nestor C. Sánchez Huamán INGENIERA-GEOTECA - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.	 Jonny C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

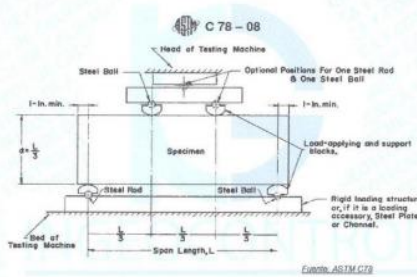
Altamirano y Huayta (2018) en su investigación titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad César Vallejo, p.146.

Certificado de ensayo a flexión a los 28 días – Viga Patrón+ 0.23% fibra de escoba de Nylon

	FORMATO	Código	A6-FD-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°: IGC18-LEM-486-18
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscoia Rebeca		REALIZADO POR : R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO: 3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 22/11/2018		TURNO: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
F _c de diseño	: 210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 03 80gr. x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	45 kg/cm ²
VIGA N° 04 80gr. x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	45 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cargadas con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohíbese la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
	M.	 Noemi C. Sápez Huamán INGENIERA CIVIL - CP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M.
A.	A.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A.

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

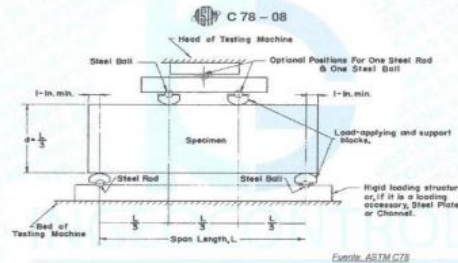
Altamirano y Huayta (2018) en su investigación titulada **“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018”**, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad César Vallejo, p.147.

Certificado de ensayo a flexión a los 28 días – Viga Patrón+ 0.46% fibra de escoba de Nylon

	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras_ de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°: IGC18-LEM-496-19
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerrero, Damaris Pielica Rebeca		REALIZADO POR : R. Leiza
CÓDIGO DE PROYECTO	: —		REVISADO POR : J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO : 3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 22/11/2018		TURNO : Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido		
Presentación	: Especímenes prismáticos		
F _c de diseño	: 210 kg/cm ²		


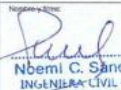

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VAGIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 05 1600g. x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47 kg/cm ²
VIGA N° 06 1600g. x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	48 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL S.A.C.					
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:	COO - LEM	D:
	M:	 Nubeni C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:	 Jonay C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
A:	A:	A:	A:	A:	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

Altamirano y Huayta (2018) en su investigación titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018”, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad César Vallejo, p.148.

Anexo 10: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS – SOFTWARE ETABS

Certificado a través de la licencia del programa Etabs 2016

