



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Reforzamiento de estructuras de concreto armado en
viviendas de albañilería confinada con fibras de carbono, San
Juan de Lurigancho 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

IÑAPI BRAVO, MIGUEL STWAR (ORCID 0000-0002-2673-4956)
TERRONES SALAZAR, ANDER ROGER (ORCID 0000-0002-9271-0450)

ASESOR:

DR. SUAREZ ALVITES, ALEJANDRO (ORCID 0000-0002-9397-057X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto de investigación primero a Dios por darnos fortaleza y salud para continuar con nuestros sueños.

A nuestros padres, esposas y especialmente a nuestros hijos por ser la mayor motivación de seguir adelante y ser mejores personas cada día.

Agradecimiento

Al finalizar este proyecto queremos dar gracias a todos los docentes que fueron partícipes de todo lo que aprendimos a lo largo de la carrera, fue un camino muy duro, pero con sus enseñanzas supimos salir adelante.

Agradecer a la Universidad César Vallejo por su compromiso con nosotros, por acogernos y habernos brindado muchas oportunidades de aprendizaje constante.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. Introducción.....	1
1.1 Realidad problemática.....	
1.2 Justificación del problema.....	
1.3 Formulación del problema.....	
1.4 Objetivos.....	
II. Marco teórico.....	6
III. Metodología.....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	18
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Método de análisis de datos.....	19
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. Resultados.....	21
V. Discusión.....	29
VI. Conclusiones.....	33
VII. Recomendaciones.....	35
Referencias.....	37
ANEXOS	

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad demostrar ¿de qué manera la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono influyen como reforzamiento de vigas de concreto armado? siendo el objetivo general analizar si las propiedades de la fibra de carbono influyen en el reforzamiento de las estructuras de concreto armado en viviendas de albañilería confinada en san juan de Lurigancho. La tesis se ha dividido en tres capítulos, el primero está compuesto por la introducción que detalla la realidad problemática, los trabajos previos, la formulación del problema, justificación del estudio y objetivos. En la segunda parte tenemos la metodología que está compuesta por: los antecedentes, tipo de método, el nivel de estudio, tipo de diseño, estudio de las variables, la población, técnicas e instrumentos El tercer capítulo contiene los resultados y está compuesto por los siguientes temas: recopilación de la información, y aplicación de los métodos de análisis. Finalmente se expone las conclusiones, discusiones y recomendaciones.

Palabras Clave: Fibra, Carbono, Refuerzo.

Abstract

The purpose of this investigation work is to demonstrate how do the resistance and ductility of carbon fibers influence as reinforcement of reinforced concrete beams? the general objective being to analyze if the properties of carbon fiber influence the reinforcement of armed concrete structures in confined masonry housing in san Juan de Lurigancho. The thesis has been divided into three chapters, the first is composed by the introduction that details the problematic reality, the previous work, the formulation of the problem, justification of the study and objectives. In the second part we have the methodology that is composed of: the background, type of method, the level of study, type of design, study of the variables, the population, techniques and instruments of data and analisis methods ethical aspects. The third chapter contains the results and is composed of the following topics: collection of information, and application of methods of analysis. Finally exposed the conclusions, discussions and recommendations.

Keywords: Fiber, Carbon , Reinforcement

I. Introducción

1.1 Realidad Problemática

Actualmente se verifica que, en todo el ámbito de la construcción civil, nos encontramos en la obligación de hallar los mejores recursos para el adecuado mejoramiento de los proyectos ya sean estos (Puentes, edificaciones, presas, saneamiento, etc.). Sobre todo, que los materiales sean los indicados que cumplan con todos los estándares de calidad y de esta manera nos puedan otorgar y garantizar la seguridad estructural durante el proceso constructivo e incluso durante el periodo de su vida útil. Conforme a este periodo de innovación, en el cual tenemos que permanecer a la expectativa de cualquier movimiento sísmico o desastres naturales, y de esta manera estas obras puedan soportar en principio a un excelente diseño y reforzamiento de estructuras sobre todo de concreto armado. El Perú cuenta con cuatro zonas sísmicas que se obtuvieron a base de la distribución espacial de sismicidad observada, de esta manera referimos que no somos ajenos a adolecer un movimiento sísmico parcialmente fuerte que puede producir no solo pérdidas humanas que es lo más importante, sino también en las edificaciones que por lo general se encuentran construidas sin cumplir el reglamento nacional de edificaciones, es aquí donde se encuentra la incógnita más difícil que es la carencia de reforzamiento en todas las estructuras con concreto armado que son las que soportaran todas las cargas de cualquier evento sísmico, estas estructuras son las encargadas de recibir las cargas y transmitir las al suelo. Por esta razón en el Perú ya se viene utilizando el reforzamiento con láminas de fibra de carbono ya que por su gran resistencia es un elemento muy importante en las construcciones de la actualidad.

De esta manera surge la opción de poder sumar láminas de fibra de carbono a las estructuras y de esta manera soporten los esfuerzos flexión y tensión, precisamente de esta manera el incremento de su módulo de la elasticidad, con elementos apropiados y resistentes. Con características ligeras dado que las láminas de fibra de carbono no darán carga a la estructura sino al contrario fuerza, y a su vez son fáciles de maniobrar, considerablemente muy eficientes; buscamos poder desarrollar las pruebas ejecutadas a la flexión por medio de rendimiento que

se obtendrá a través de ensayos en el laboratorio, y que se pueda demostrar las diferencias que nos puedan revelar su participación y los grandes frutos en los elementos alcanzados con las nombradas aplicaciones de las láminas de fibra de carbono FRP.

Si bien es cierto este método de reforzamiento es nuevo en nuestro país ha obtenido mayor acogida en el ámbito de la construcción por sus grandes beneficios que ofrece no solo a la estructura sino también en el aspecto económico y del medio ambiente. Pero siempre tendremos que tener en cuenta la estructura como y para qué ha sido diseñada dado que en vez de mejorar podemos dañar la estructura.

La fortificación auxiliar de una estructura se utiliza para aquellas estructuras o componentes que por razones desconocidas tienen una deficiencia en una parte de sus propiedades como para otra solicitud de su vida útil. En su mayor parte, estas nuevas demandas se exhiben debido a la expansión en su carga administrativa, inconvenientes de resistencia, puesto al empleo de insumos básicos e incorrectos mediante la organización del desarrollo, plan o desarrollo insuficiente, cambios en la tierra imposibilitados en el examen subyacente y configuración, cargas ampliadas provocadas por el ajuste en la utilización de la organización o un mayor valor en su valiosa vida para enfrentar el debilitamiento de la estructura.

El hormigón se desarrolla en un estado plástico, que considera una gran posición favorable de ser trabajable y moldeable, sin embargo, solicita ciertas restricciones para su adecuada colocación en las estructuras a veces siendo requerida en un estado líquido un concreto especial denominada "Grout" que si bien es cierto su estado es líquido cumple con todas las normas solicitadas en la norma E-060 Concreto Armado, este concreto se emplea en estructuras que tienen mayor cantidad de acero y para evitar las famosas "cangrejas".

De esta manera nosotros para revelar una solución al fastidio del agrietamiento del concreto armado es necesario investigar los motivos y cuáles fueron las causas que dieron inicio, ya que la división puede ocurrir en estado sólido en plástico y / o en cemento solidificado, cuando ha sido sometido a esfuerzos por causas naturales (Terremotos o Temblores). Cuando todo está dicho, los componentes

sólidos fortalecidos sujetos a las tareas restantes están generalmente divididos en los territorios donde actúan los esfuerzos de tensión.

También es fundamental, tener en cuenta las diversas estrategias e insumos utilizados en la fortificación básica, lo que significa verificar las deficiencias básicas que presenta una estructura. Por ejemplo, la fortificación en su mayor parte se utiliza con hormigón y acero fortificante o fortificaciones básicas que utilizan materiales hechos de filamentos poliméricos, filamentos de vidrio, filamentos de carbono, etc.

1.2 Justificación del estudio

Se han observado enormes pasos de desmoronamiento en pozos sólidos fortificados, que es la razón de la importancia de la presente investigación. Las restricciones observadas van desde la descomposición del material y la determinación de cómo causar hundimientos, lo que influye en las casas de la zona metropolitana de Lima.

Esa es la razón por la que se utilizarán diferentes alternativas y se espera que den mejores resultados. Según las actividades anteriores, la fibra de carbono y su impacto en la calidad y flexibilidad de los ejes sólidos reforzados son materiales que se complementan entre sí

A la luz del hecho de que, cuando se unen, estructuran un material cada vez más complejo y adaptable.

La unión de la fibra de carbono para aumentar la calidad y maleabilidad de los pilares sólidos es un compromiso fundamental de la nueva innovación que se ha utilizado durante ciertas décadas en nuevos desarrollos o para fortalecer las estructuras que necesitan una fortificación, flexibilidad y solidez más notables.

La resistencia de este tipo de material con hebras de carbono es decisiva, tiene un plazo más extenso. La obstrucción, debido a la expansión de los filamentos de carbono por razones evidentes, es progresivamente convincente.

Además, este estudio de exploración se utilizará para adquirir información genuina e innegable que nos ayudará como expertos, al igual que los suplentes, que desean descubrir cómo ver la conducta práctica de los asfaltos mediante la inclusión de nuevos componentes, que le otorgan una solidez más prominente. y tenacidad más notable.

1.3 Formulación al problema

1.3.1 Problema general

¿De qué manera la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas influyen como reforzamiento de vigas de concreto armado, 2020?

1.3.2 Problemas Específicos

¿Cómo la resistencia de las fibras de carbono utilizadas influye en el reforzamiento de vigas de concreto armado, 2020?

¿Cómo la ductilidad de las fibras de carbono utilizadas influye en el reforzamiento de vigas de concreto armado, 2020?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar si las propiedades de las Fibras de Carbono influyen en el reforzamiento de la resistencia de las estructuras de concreto armado en viviendas de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho, 2020.

1.4.2 Objetivos específicos

Analizar si la resistencia de las fibras de carbono influye en el reforzamiento de la resistencia de las estructuras de concreto armado en viviendas de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho, 2020.

Analizar si la ductilidad de las fibras de carbono influye en el reforzamiento de la resistencia de las estructuras de concreto armado en viviendas de albañilería confinada en San Juan de Lurigancho, 2020

II. Marco Teórico

2.1 Trabajos previos

Pérez (2017) en esta exploración, la finalidad primordial fue, analizar el estudio de algunos materiales compuestos para su utilización en las obras de arte, en especial las fibras de carbono y las de vidrio con todas sus posibilidades, con las que se experimentará para determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas que van a resultar útiles para su uso artístico. Donde llego a inferir que, tratando de servir de punto de partida para futuros estudios sobre este tema y dejando la posibilidad de nuevos desarrollos que produzcan nuevas soluciones y propuestas. De igual modo, el descubrimiento de las posibilidades de unos materiales no utilizados anteriormente para fines artísticos y darle una serie de aplicaciones en este campo debe abrir un nuevo camino para la experimentación y el desarrollo de otros usos. Como trabajo abierto requiere, pues, una investigación y seguimiento continuos de los nuevos avances y las aportaciones de los últimos estudios sobre materiales.

Moncayo, Rodríguez, Alcivar & López (2016), tuvo como finalidad primordial brindar seguridad para que los elementos puedan superar con solvencia cualquier requerimiento de fuerza extravagante que se pueda ocasionar. Se llegó a inferir que, la fibra de carbono fue creada hace casi 200 años pero su empleo se extiende en los años ochenta, donde se aplicó en autos, naves espaciales y en la construcción. Este insumo es más duradero que el acero, ya que se logra obtener una integridad de hasta el 99% de carbono. Un tejido de fibra de carbono puede lograr obtener hasta 400,000 hilos más finos que un cabello humano que se juntan para ocasionar su más grande resistencia. En la construcción, usar la fibra de carbono, hoy por hoy es más caro comparándolos con otros materiales, pero nos brinda mayores beneficios que cualquier otro material.

Silva (2016), también es importante saber las diversas estrategias y herramientas utilizadas en la fortificación básica, lo que significa verificar las deficiencias básicas que presenta una estructura. Por ejemplo, la fortificación en su mayor parte se utiliza con hormigón y acero fortificante o fortificaciones básicas que utilizan materiales hechos de filamentos poliméricos, filamentos de vidrio, filamentos de carbono, etc.

Contreras (2015), la finalidad de este trabajo fue decidir la conducta de los pilares reforzados con filamentos de carbono expuestos al corte. El uso de insumos compuestos de fibra de carbono, para esta situación, SikaWrap 103C se aferró a un armazón epoxi Sikadur-301, como soporte para cortar componentes sólidos fortificados es competente en cuanto a la grandeza de la carga en expansión, especialmente cuando se piensa como una opción. En contraste con las estrategias de fortificación básicas habituales, ya que se asegura un agarre suficiente (para la situación de la textura SikaWrap), este soporte es progresivamente convincente para todas las fortificaciones de componentes que requieren una expansión en su protección contra cortes.

Rocha & De Santiago (2014), en su exploración, "Factibilidad del uso de fibra de carbono reciclada como reforzante mecánico en Poliuretano". La finalidad primordial fue, Determinar la factibilidad del uso de fibra de carbono de desecho de la industria aeroespacial mediante la evaluación del módulo de elasticidad del compuesto poliuretano/fibra de carbono reciclada. Se llega a la conclusión que, la aplicación de fibra de carbono reciclada como reforzante mecánico en el poliuretano incrementa el módulo de Young hasta en un 100% que aquellas muestras que no tienen fibra de carbono. Al incrementar la cantidad de desairante en las muestras, el módulo de Young también se incrementa. El incremento de desairante de 2 mL a 4 mL de la Serie a versus la Serie b beneficia el incremento del módulo de Young. La fibra de carbono reciclada presenta mejor módulo de Young que la fibra de carbono nueva al ser utilizada como reforzante mecánico en poliuretano, ya que la fibra de carbono reciclada presenta una mejor interface con el poliuretano.

Bazán (2015), su objetivo general era construir un procedimiento adecuado para decidir un modelo que recrea la reacción de flexión de un pilar sólido reforzado fortificado con grupos de fibra de carbono (FRP), mediante la actualización donde las conexiones renovadas y refinadas, que permite analizar y considerar la conducta de la barra durante la ocasión: curva de arco. La estructura sísmica de los componentes de soporte externo con el marco FRP debe ubicarse para lograr planes que den como resultado una flexibilidad de desfiguración adecuada y, más allá de lo que muchos considerarían posible, mantenerse alejado de segmentos delicados o controlados debido a una decepción sólida, o segmentos limitados por

el sólido, sin embargo, manténgase en un estado versátil con un límite de torsión adecuado. Este objetivo puede lograrse mediante la utilización de factores de disminución de límite mediante el control del acero de fortificación, por ejemplo, los sugeridos por ACI 318. Esta técnica de estructura puede mejorarse proporcionando represión adicional con la utilización de grupos transversales externos.

Peña (2017), su propósito fundamental era decidir la asociación notable que existe en el soporte para ejes sólidos fortificados con FC, comprender la actividad en el fortalecimiento de secuencia fabricadas con cemento aumentado, por métodos para la prueba de presión de ejemplos en forma de barril y arqueamiento en barras. Es muy probable que se haya inducido que era posible confirmar un notable incremento en la calidad de la compresión en los ejemplos que contenían soporte de láminas de fibra de carbono, posteriormente obtiene una correlación sólida decente y la lámina de fibra de carbono al tiempo que expande su oposición o tiene una presión. Existe una conexión decente entre la flexibilidad y la fortificación de los ejes sólidos reforzados con láminas de FC a la luz del hecho de que el componente fortificado se desfigura sin perder fundamentalmente su límite de seguridad, es decir, puede deformarse en el rango inelástico.

Es un insumo hecho básicamente de moléculas de carbono, que comprende mínimas hebras de 50-10 micras (μm) de ancho. Las moléculas de carbono, forman las hebras de carbono se entrelazan entre sí, por medio de piedras preciosas, que se ajustan continuamente a los cubos longitudinalmente de la fibra, lo que le da a la fibra una alta oposición en asociación con su altitud (Ojeda, 2016).

Dentro las características fundamentales que tienen los filamentos de carbono se encuentran los insumos verdaderamente adaptables, son excepcionalmente seguros, son componentes frágiles y de bajo espesor en contraste con el acero, son impermeables a las altas temperaturas y al bajo desarrollo de calor, tienen un bajo costo de establecimiento y autorización rápida; Estas ventajas los hacen seguramente entendidos en la aviónica, el desarrollo, el automóvil, etc. (Ojeda, 2016).

De manera verificable, la fortificación básica que se ha utilizado a lo largo de los años ha sido de manera ordinaria, ya sea mediante la inclusión de componentes

básicos, por ejemplo, segmentos o placas, la expansión de los elementos de las áreas transversales o la introducción de componentes metálicos que ayudan a resistir los montones mencionados en la estructura. En cualquier caso, en los últimos 10 años, la utilización de estructuras auxiliares de fortificación dependientes de materiales compuestos innovadores que tienen puntos de interés incalculables sobre las técnicas ordinarias es progresivamente normal en Perú, por ejemplo, la fibra de carbono, que es 10 veces más dúctil polímero seguro que el acero (35,500 kg / cm² vs. 4 200 kg / cm²) y mucho más liviano (2013).

En el momento en que Bacon estaba trabajando con una curva de carbono a elevadas temperaturas y limita el intento de decidir el punto triple del "grafito". En el momento en que Bacon redujo el peso en el segmento circular, vio que el carbono experimentó un cambio de la etapa de humo a la etapa fuerte, enmarcando una fibra excepcionalmente delicada. Descubrió que estas fibras tenían solo una décima parte de la distancia a través del cabello humano, sin embargo, podían retorcerse y no son delicadas (2017).

Al entregar los "rastros" o fibras de carbono, Bacon encontró hebras de alta calidad que, por lo tanto, son flexibles sin delicadeza. De todos modos, tuvo un problema, estos hilos todavía eran un material recién creado en el centro de investigación, no existen un avance viable. El valor que se brinda hacer las cadenas de carbono fue de \$ 10 millones. Para frenar su capacidad máxima, los productores esperaban encontrar un enfoque modesto y efectivo para entregar cadenas de carbono. (2017).

En el Reino Unido, Watt, preparó la hebra mucho más grande de PAN. Los filamentos ingleses colocaron inmediatamente la creación de empresas. Dado que en Japón al igual de Reino Unido, algunos especialistas se acercaron al pan sin adulterar, de una manera que la función polimérica que ofreció una presentación sorprendente luego de la preparación. La cadena persistente de iotas de carbono y nitrógeno provocó capas de grafito profundamente situadas, eliminando el requisito de extensión en ardiente (American Chemistry Society, 2017).

Primero, producción de hebras de fibra de carbono se utilizó generalmente cuanto sistema de alta peligrosidad, ya que su extraordinaria protección contra el calor y las propiedades hostiles a destructivas. En cualquier caso, en el año 70 y 80, esta mujer proveniente de Japón implemento una hebra de carbono al elemento

tenía sistemas mercantiles cada vez amplias. El negocio de aviónica explotó los beneficios de los filamentos de carbono. La utilización de hebras de carbono dependientes de poliacrilonitrilo (PAN) creadas a mayor escala y comenzaron a anunciarse en artículos, por ejemplo, chalecos impenetrables, cuerdas para casar, ruedas bicicleta, llantas vehículos, guantes de defensa, 2017. Puesto que en la imagen 3 las hechas de carbono utilizadas en el ensamblaje de automóviles de conocidas marcas en la parte superior de automóviles Moses Lake (EE. UU.).

Por otra parte, en la industria aeronáutica y espacial, el interés en la utilización de hebras de carbono se ha expandido esencialmente exigido a la carencia de desarrollar la competencia en uso del combustible, la disminución de la pesadez de las naves, la disminución del clamor de los motores. , que mejora la exhibición simplificada de naves, por lo que los creadores de moda han indagado por opciones modificadas en contraste con la utilización habitual de aluminio en la estructura de las naves. (BBC MUNDO, 2016)

En la aeronáutica empresarial, la utilización de fibra de carbono actualiza mejoras notables que brindan estructuras más ligeras y aerodinámicas que permiten vuelos más cortos y más seguros. Además, permite mejores estructuras internas en los aviones, independientemente de si están en los asientos delanteros, en la cabina, en los pasillos más extensos, etc. (BBC WORLD, 2016). La Figura 4 y la Figura 5 muestran cómo se producen las alas y el borde de la estructura aerodinámica hecha por la nueva nave aérea que utiliza fibra de carbono.

La utilización de materiales compuestos en aviones se remonta a finales del siglo XX cuando la organización Boeing comenzó a utilizar fibra de carbono en uno de sus modelos. En los planes primarios, la fibra de carbono se actualizó en el 1% de los materiales utilizados, con diferentes componentes, por ejemplo, aluminio, acero y titanio. (BBC WORLD, 2016).

Actualmente, el negocio de aviónica utiliza algo así como la mitad de fibra de carbono en la reunión de su nueva máquina voladora de vanguardia, actualizando la gran mayoría del material compuesto en el albergue y las alas. Por lo tanto, la utilización de combustible en cada vuelo se reduce al 20% en comparación con otras máquinas voladoras y el soporte es menos costoso. Por ejemplo, la organización europea Airbus ha actualizado la fibra de carbono en la producción

de su nueva máquina voladora. En el modelo A-380, un avión extremadamente enorme, debido al uso del material, este barco puede obligar a un límite de 800 personas e incorporar ascensores, sauna, centro de ejercicios, guardería entre las diferentes habitaciones para sus clientes. (BBC MUNDO, 2016)

Del mismo modo, la utilización de fibra de carbono se utiliza progresivamente en la aceleración del motor a la luz del hecho de que en estos días los automóviles se están volviendo más ligeros y tan seguros como los últimos modelos. Los vehículos actuales que son más livianos, tienen una velocidad creciente más notable y un mejor manejo y devoran menos combustible. La fibra de carbono se utiliza ampliamente en vehículos de carreras profundamente enfocados como los que se encuentran en la Fórmula 1 (Kelly, et al., 2013).

Hoy en día, la comercialización de fibra de carbono está en pleno desarrollo. Su utilización tiene numerosas aplicaciones en numerosas empresas, siendo la industria aeronáutica y de vehículos la más mencionada. En el área de vehículos, ha comenzado a desarrollar su utilización en el montaje de pontones y bicicletas. También se ha alcanzado en la producción de otras cosas para el cliente, por ejemplo, raquetas de tenis, estaciones de trabajo, barras de pesca, etc (Kelly, y otros, 2013).

Actualmente, los filamentos de carbono se utilizan industrialmente en todo el mundo, siendo sus principales fabricantes Japón, Corea del Sur, India, China y EE. UU. (Utilización mundial de compuestos de fibra de carbono en 2012, 2015). El interés mundial anticipado por la fibra de carbono para 2020 llega a 220,000.00 toneladas.

2.2 Fibras de polipropileno

2.2.1 Tipos de fibra de polipropileno

Monofilamentos. Las fibras de polipropileno con forma de monofilamento se transportan en un sistema de descarga en el que el material se calienta arrastrado por una placa de zona ajustada, formando algunos filamentos consistentes (Comité ACI 544.1 R-96, 2002).

Fibriladas. Las fibras de polipropileno fibriladas son el efecto posterior de un procedimiento de descarga en el que el círculo es rectangular, entregando láminas de película de polipropileno que se tejen longitudinalmente dentro de porciones de idéntico ancho; Las fibras están hechas en pequeños paquetes fibrilados, al final del día, están enmarcadas por varias pequeñas fibras, y cuyos paquetes durante la estrategia de mezcla compuesta se cortan, por el avance de los agregados, en pequeños paquetes o en fibras individuales (Comité ACI 544.1 R-96, 2002).

2.3 Propiedades de la fibra de polipropileno

Dicho por Barros Hugo, muestra que las propiedades de la fibra de polipropileno son: Las fibras de polipropileno tienen ciertas propiedades, que las hacen lógicamente útiles para mezclar en concreto. No tienen reacción a las sustancias y son totalmente estables, tienen una superficie impermeable con el objetivo de que el agua de mezcla no se vacíe, son ligeros y pueden llegar a características de flexibilidad media. Deberían ser posibles en varias estructuras y con costos más bajos que varios tipos de fibras.

Para conceptualizar la obstrucción, nos referiremos a (Ottazzi, 2014), quien expresa que "dentro del diseño de la oposición de cualquier componente se caracteriza por la capacidad de resistir los empujes y los poderes aplicados sin llegar a la condición de rotura, obtener desfiguraciones transitorias o inmutable".

En cualquier caso, dentro de la estructura de componentes sólidos fortalecidos podemos descubrir algunas definiciones según lo indicado por el tipo de carga aplicada, el tipo de prueba realizada, el tipo de plan, etc. En este sentido, como un aspecto importante de la extensión de este documento de exploración, pensaremos en las definiciones generales que lo acompañan como objetivos:

2.4 Resistencia Requerida.

La obstrucción esencial es la restricción que una parte o porción de sección transversal debe necesitar para contradecir cargas o eventos sustanciales, potencias internas y mezclas de cargas relacionadas, según lo estipulado en los diferentes tipos de ductilidad que se utilizan son los siguientes: Ductilidad del material o flexibilidad pivotante, que retrata las distorsiones plásticas del material

mismo. Reglamento actual. (Norma peruana E.060 Hormigón armado y Norma ACI 31814).

2.5 Resistencia Nominal

Una oposición clara es el impedimento de un segmento específico o fragmento cruzado, más allá de lo que muchos considerarían posible, y las hipótesis de la estrategia del plan de restricción según lo estipulado en el Reglamento Actual (Norma Peruana E.060 Hormigón Reforzado y Norma ACI 318 14), arriba aplicando cualquier componente disuasorio de disminución.

2.6 Resistencia del diseño

La obstrucción de la estructura es la resistencia evidente expandida por el elemento decreciente de la restricción en el examen ϕ , según lo estipulado en el Reglamento Actual (Norma Peruana E.060 Hormigón Armado y Norma ACI 318 14). El factor de disminución de la obstrucción (ϕ) es un factor más pequeño que la unidad que disminuye la protección contra las vulnerabilidades en los materiales y las mediciones (Norma peruana E.060 Hormigón armado y Norma ACI 31814). La garantía de los factores de disminución de la oposición debe considerar lo siguiente: La probabilidad de presencia de individuos con baja oposición debido a las variedades en la calidad de los materiales y las mediciones. Inexactitudes en las condiciones del plan. Reflejar la flexibilidad accesible y la calidad inquebrantable requerida para el componente expuesto al montón impacta viable. Reflejar la importancia del componente en la estructura.

Para conceptualizar la rigidez, citaremos a (Ottazzi, 2014), quien refiere que, La solidez puede caracterizarse como la propiedad que un material necesita para restringir la torsión.

La solidez del material se evalúa mediante el módulo de flexibilidad o Young (E). Visto con un esfuerzo similar, el material con E notable más se deforma menos, cumpliendo con la Ley de Hooke.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

La Norma permite que se reciba cualquier suposición sensata para la estimación de la firmeza en la inclinación (EI) y en la torsión (GJ) de las secciones, barras, divisores, etc. Las rigideces EI y GJ adoptadas para el examen auxiliar deberían reflejar en un mundo perfecto:

El nivel de ruptura y actividad inelástica a lo largo de cada componente antes del deslizamiento.

El impacto del término del montón. Cargas momentáneas y cargas continuas que producen arrastre plástico (fluencia) en cemento empaçado.

Para conceptualizar la flexibilidad, nos referiremos a (Ottazzi, 2014), quien expresa que "la maleabilidad se caracteriza como la propiedad de la estructura para resistir desfiguraciones una vez que se ha llegado a su máxima versatilidad; es decir, la capacidad de distorsionar en lo inelástico alcance sin caer".

Wendell & Keller (2013), mencionan que,

La flexibilidad es una de las propiedades más significativas en la conducción de estructuras sólidas reforzadas en temblores graves y poco comunes. La conducta flexible de un área de cemento fortificado se logra fundamentalmente por la flexibilidad del acero de refuerzo, lo que permite obtener grandes deformaciones a raíz de superar lo más posible. De lo contrario, ocurre con el sólido, que es un material delicado con una elasticidad mínima.

Gioncu (2010), menciona que: La flexibilidad de una estructura permite la expectativa de un límite definitivo de una estructura, que es la medida más importante para el plan de estructuras bajo cargas habituales. En el acto del plan seguro contra terremotos, el término maleabilidad se utiliza para evaluar la conducta sísmica de las estructuras, al mostrar la medida de la vitalidad sísmica que puede ser dispersada por las desfiguraciones plásticas. Ductilidad del área transversal, o flexibilidad del doblado, que alude a las distorsiones plásticas del segmento transversal, considerando la colaboración entre las partes que forman el segmento transversal en sí.

Ductilidad del componente, o la flexibilidad de pivote, al pensar en las propiedades del componente.

Ductilidad de la estructura, o flexibilidad de remoción, que piensa en la conducta de toda la estructura.

III. Metodología

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación:

La presente exploración es aplicada, teniendo como propósito resolver un determinado planteamiento de problema a través de la recolección de información para realizar una base de conocimientos.

Diseño de investigación:

La exploración se centró en un diseño no experimental y de corte transversal, porque no se manipuló las variables de exploración, puesto que, no se varió ningún resultado que haga que la presente tesis sea fraudulenta.

Hernández, Fernández & Baptista (2014), detallan que, el diseño no experimental es un análisis que se lleva a cabo sin alterar nada, puesto que, se evalúan en su estado natural (p.128)

Nivel de la investigación

La exploración es correlacional, debido que busca describir la asociación entre las variables en un contexto particular que la son la gestión de procesos y la adaptación al cambio.

De corte transversal porque es de corto tiempo, la recavación de información de las variables en un momento determinado.

3.2 Variables y Operacionalización.

Variable Independiente: Calculo de reforzamiento para Concreto Armado

- Dimensiones:
- Resistencia
- Ductilidad

Variable Dependiente: Estructura Reforzada

- Dimensiones:
- Propiedades de fibra de carbono
- Beneficios de fibra de carbono

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Lepkowski (2008) citado por Hernández, Fernández y Baptista (2014), nos menciona que, es el grupo de personas con ciertas características específicas, en un lugar y momento donde se realiza el trabajo de investigación.

Para el proyecto de investigación, la población será conformada por 15 VIVIENDAS de la avenida Mariscal en San Juan de Lurigancho 2020.

Muestra

Lepkowski (2008) citado por Hernández (2014), refiere que la muestra es un subgrupo de toda la población que estamos trabajando que tienen o comparten características comunes entre sí. Siendo así que los resultados que se obtenga podamos generalizar con todas las personas que forman parte de la población. La muestra del presente trabajo de investigación es de 15 viviendas, 2020.

Muestreo

Hernández, Fernández y Baptista (2014), indica que es una parte de la población, donde todos los elementos tienen igualmente la misma probabilidad de ser elegidos. El muestreo no es probabilístico por conveniencia, dado que se selecciona la población a encuestar ya sea por tiempo, costo y accesibilidad.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada para el presente trabajo fue la observación.

3.5. Procedimiento

Se empleará la estadística descriptiva para obtener las tablas de frecuencias, cada una de ellas con sus figuras estadísticas respectivas y distintos porcentajes válidos para la investigación. Así mismo se va utilizar el programa Excel para ingresar los datos que se obtuvieron y luego llevar la información al SPSS Statistics.

3.6. Métodos de análisis de datos

Para poder analizar los de datos producto de los ensayos que se ejecutaran mediante muestras (probetas) en el laboratorio especializado en materiales para Ingeniería, los cuales ofrecen resultados válidos y sin ningún tipo de modificación. Estos documentos deberán ser visados por el responsable especialista en el procedimiento.

3.7. Aspectos éticos

Respeto de la propiedad intelectual

La investigación es veraz; se ha obedecido íntegramente el respeto a todos los puntos de la metodología, científica y teórica; por ende, los resultados obtenidos son fidedignos; la ética y la consideración por el conocimiento de los autores en sus estudios realizados.

Se ha realizado y aplicado la norma APA e todo el desarrollo de la presente investigación.

Consentimiento informado

Cumpliendo con lo establecido se ha informado formalmente a los colaboradores y jefes, de donde se han recopilado los datos colocados en las encuestas, que se ha trabajado en la presente investigación.

Confidencialidad

Se ha respetado la confiabilidad y se salvaguardado la información que se ha obtenido y que se nos ha brindado por parte de las personas encuestadas para el cual se ha realizado el trabajo de investigación.

IV. Resultados

4.1 Contribución a la resistencia de la sección por parte del reforzamiento con CFRP

Realizamos Cuatro estructuras con varias zonas de soporte de fibra para cada una de las tres sumas únicas usadas, como se detalla en la figura 1:

Figura 1

RESUMEN COMPARATIVO						
	Cuantía	A_f (cm ²)	M_n (ton-m)	Φ (1/m)	M_n'/M_n	Φ'/Φ
Diseño 1	2 Ø 1"	0.00	30.55	12.47	1.000	1.000
		2.50	39.92	3.30	1.307	0.265
		5.00	45.38	2.73	1.486	0.219
		7.50	48.53	2.30	1.589	0.184
Diseño 2	4 Ø 1"	0.00	58.78	5.52	1.000	1.000
		2.50	67.67	3.02	1.151	0.546
		5.00	72.65	2.48	1.236	0.450
		7.50	75.44	2.09	1.283	0.378
Diseño 3	6 Ø 1"	0.00	84.71	3.33	1.000	1.000
		2.50	92.76	+ 2.92	1.095	0.878
		5.00	97.55	+ 2.39	1.152	0.719
		7.50	100.32	2.01	1.184	0.603

En donde:

A_f = Área de refuerzo de fibra de carbono (cm²)

M_n = Resistencia última de la sección de concreto (ton-m)

Φ = Ductilidad de la sección de la sección de concreto (1/m)

M_n'/M_n = Relación entre la resistencia de la sección reforzada con CFRP y la resistencia de la sección no reforzada con CFRP

Φ'/Φ = Relación entre la ductilidad de la sección reforzada con CFRP y la ductilidad de la sección no reforzada con CFRP

Podemos encontrar que en el gráfico 2 relacionado con el Momento versus Ebb y el diagrama de flujo de las estructuras de acero fortificado de $2\phi 1''$, los planes sin soporte de fibra de carbono (CFRP) logran un arco más notable ya que los planes reforzados con fibra de carbono (CFRP)., lo contrario pasa con la oposición ganada después de algún tiempo, ya que los planes fortificados con una región más prominente de fibra de carbono logran una obstrucción más notable en su condición de rotura, en contraste con estructuras con un territorio más pequeño de fibra de carbono o Estructura sin soporte de fibra de carbono.

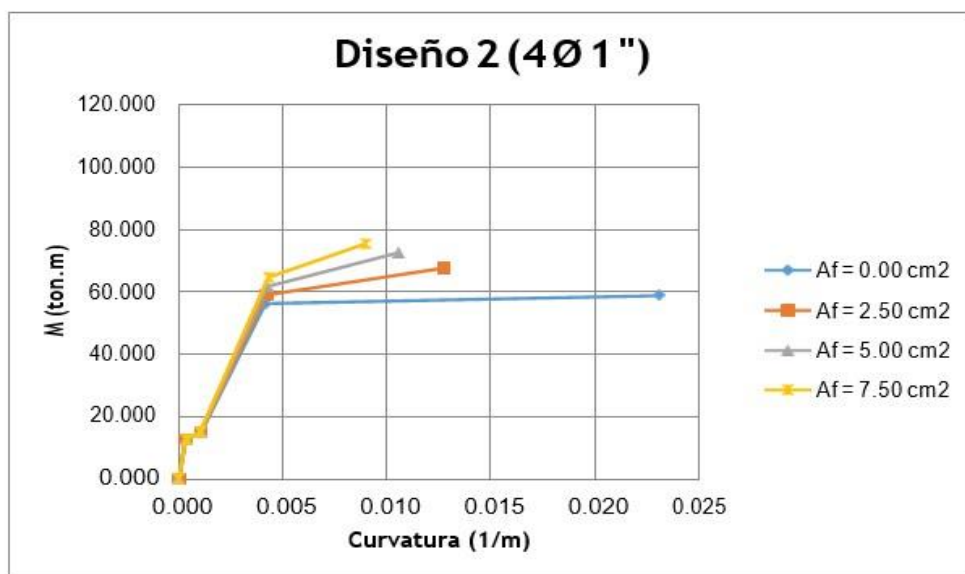


Gráfico 2:

De la misma manera, se puede encontrar muy bien en el Gráfico 3 relacionado con el Momento versus Ebb y el diagrama de flujo de las estructuras con acero fortificante de $4\phi 1''$, por ejemplo, el diagrama anterior apareció en el Gráfico 2, los planos sin fortificación de fibra de carbono llegan a un flujo y reflujo más notable que los planes reforzados con fibra de carbono. Del mismo modo, las estructuras fortificadas con una zona más notable de fibra de carbono logran una obstrucción más prominente después de algún tiempo, en contraste con los planos sin soporte o con una zona más pequeña de carbono fibra.

En cualquier caso, al observar los dos diagramas anteriores, expandir la medida de fortalecimiento del acero en el segmento genera la oposición del área fortificada y no reforzada con fibra de carbono. Del mismo modo, las estructuras

sin fortificación con acero fortificante de 4Ø1 "logran menos reflujo y flujo en contraste con los planos sin soporte con barra de refuerzo de 2Ø1". Debido a los planes con fortificaciones de FRP para las dos medidas de acero, las cualidades logradas son comparativas.

Como parte recíproca de la investigación realizada sobre el compromiso de la fibra de carbono con la oposición y la flexibilidad de un segmento sólido reforzado, aparece un examen de costo de un eje fortificado expandiendo su área con cemento reforzado en contraste con una barra reforzada con FRP cubierta.

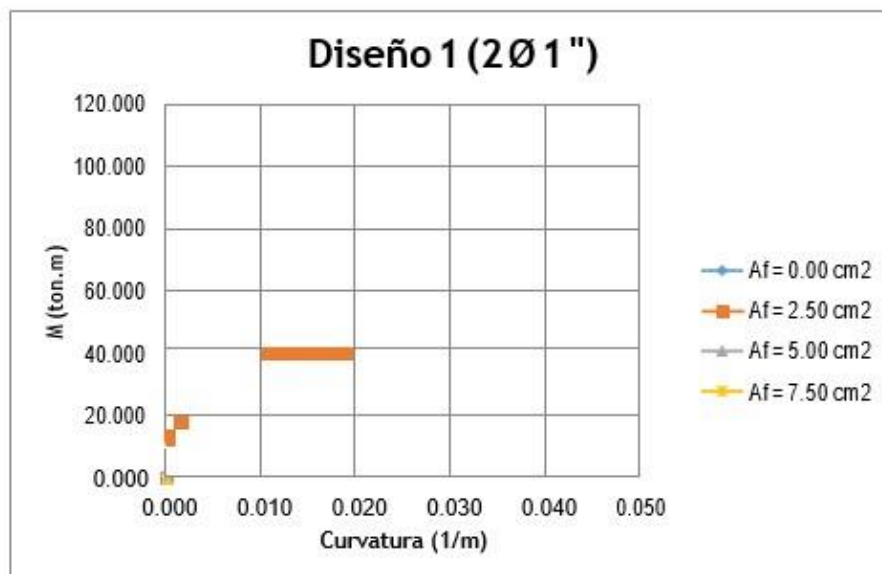


Gráfico 3:

Reforzamiento de viga colgante de hormigón armado, usando el método tradicional, el encamisado de la sección de hormigón armado.

Gráfico 4

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial
1 Materiales					
ma01	kg	Adhesivo tixotrópico de dos componentes a base de resina epoxi sobre superficie de concreto endurecido	1.000	32.21	32.21
ma02	m ³	Concreto $f_c=315 \text{ kg/cm}^2$ (31 MPa), no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo, exposición a sulfatos insignificante, sin requerimiento de permeabilidad, no expuesto a cloruros, tamaño máximo del agregado 12,5 mm, premezclado en planta.	0.085	280.00	23.80
ma03	kg	Acero corrugado, Grado 60 ($f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$), de varios diámetros según diseño	5.275	2.99	15.77
ma04	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	0.057	3.15	0.18
ma05	m ²	Sistema de encofrado compuesto de: puntales metálicos telescópicos, sopandas metálicas y superficie encofrante de madera tratada reforzada con varillas y perfiles, hasta 3 m de altura libre de planta.	0.650	68.75	44.69
Subtotal materiales:					116.65
2 Mano de obra					
mo01	h	Operario ferrero Oficial	0.175	16.78	2.94
mo02	h	ferrero	0.105	11.32	1.19
mo03	h	Operario especializado en vaciado de concreto.	1.824	16.78	30.61
mo04	h	Oficial especializado en vaciado de concreto.	0.890	11.32	10.07
Subtotal mano de obra:					44.81
3 Herramientas					
%		Herramientas	2.000	161.46	3.23
Subtotal herramientas:					3.23
Costos directos (1+2+3):					S/. 164.69

Refuerzo de viga de concreto armado con laminado de fibra de carbono MasterBrace "BASF"

Gráfico 5:

Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial
1					
Materiales					
ma01	kg	Imprimación de dos componentes a base de resina epoxi, MasterBrace P 3500 "BASF", para aplicar con brocha o rodillo sobre elemento estructural a reforzar mediante hojas o laminados de fibra de carbono.	0.048	79.52	3.82
ma02	m	Laminado de fibra de carbono, MasterBrace LAM 170/3100 "BASF", de 50 mm de anchura y 1,2 mm de espesor, módulo de elasticidad 170000 N/mm ² , resistencia a tracción 3100 MPa y elongación última 1,9%, para refuerzo de estructuras.	1.000	138.75	138.75
ma03	kg	Adhesivo de dos componentes a base de resina epoxi, MasterBrace ADH 4000 "BASF", para aplicar con espátula sobre elemento estructural a reforzar mediante laminados de fibra de carbono.	0.374	36.73	13.74
Subtotal materiales:					166.30
2					
Mano de obra					
mo01	h	Operario en estructura de concreto.	2.805	16.78	47.07
mo02	h	Oficial en estructura de concreto.	2.053	11.32	23.24
Subtotal mano de obra:					70.31
3					
Equipos					
eq01	h	Lijadora con disco de diamante para superficies de concreto.	0.229	13.70	3.14
eq02	h	Grupo electrógeno insonorizado, trifásico, de 45 kVA de potencia.	0.230	12.77	2.94
Subtotal mano de obra:					6.08
4					
Herramientas					
	%	Herramientas:	2.000	232.69	4.65
Subtotal herramientas:					4.65

A partir del examen de costos que aparece en la Tabla 2 y la Tabla 3, se observa que el costo unitario de la fortificación del eje utilizando fibra de carbono es más notable que el soporte del pilar al expandir su segmento. Sea como fuere, debe considerarse que la fortificación de una estructura que utiliza la técnica de "encamisado" (incremento en el área de la barra sólida reforzada) crea otros costos aberrantes identificados con la ejecución de su vuelo.

A causa de los desarrollos, por ejemplo, centros comerciales, estructuras, lugares de trabajo, etc. Cuando se requiere soporte en los pozos de la bodega de tormentas, se debe considerar la altura entre los pisos, ya que extender

expandir los segmentos de los pilares podría influir en la altura de la base solicitada en las cocheras ($H = 2.10$ m) como lo indica la Norma Peruana A.0.10 en el Capítulo X del Reglamento Nacional de Construcción.

De manera similar, ocurre debido al soporte de segmentos en bodegas, debido a la expansión de sus áreas con sólidos reforzados, esto podría influir en la zona propuesta para un área de estacionamiento, ya que según la Norma Peruana A.0.10 en el Capítulo X del Reglamento Nacional de Construcción, muestra que los componentes auxiliares pueden implicar un límite del 5% del ancho del área de estacionamiento, con respecto a las medidas de la base.

En ambos casos, el soporte con FRP complementaria a mejorar la calidad del elemento y al mismo tiempo obtendría los requisitos básicos requeridos por las Regulaciones Nacionales de Construcción, por lo tanto, no exclusivamente debería pensarse en el gasto de la fortificación, sino que además es diferentes ventajas

V. Discusión

Desde los análisis de costos tal como se detallan en los cuadros, podemos observar que el precio unitario del refuerzo de una viga aplicando fibra de carbono es mayor que el reforzamiento de viga mediante el encamisado de su sección. Pero debemos tener en cuenta que el refuerzo de una viga aplicando el método tradicional “encamisado” nos genera gastos indirectos, dado que tendremos zonas muertas en la edificación o estructura que queramos reforzar aquí es donde sobre sale la importancia de la fibra de carbono ya que su aplicación es sencilla y rápida. Dicho resultado, guarda coherencia con el estudio de Contreras (2015), nos dice en su trabajo de investigación *“Uso de fibras de carbono como reforzamiento a corte en vigas de concreto reforzado”*. El principal objetivo del presente trabajo fue, determinar el comportamiento de vigas reforzadas con fibras de carbono sometidas a corte. El uso de materiales compuestos por fibra de carbono, en este caso SikaWrap 103C adherido en una matriz de epóxico Sikadur - 301, como reforzamiento a corte en elementos de concreto armado es muy eficiente en cuanto a la magnitud de carga de aumento, sobre todo al plantearlo como una alternativa a los métodos estructurales de reforzamiento tradicionales, desde que se garantice una adecuada adherencia (En el caso de la tela SikaWrap), este reforzamiento es más efectivo para todos los reforzamientos de elementos que requieran un incremento en su resistencia al corte.

Como modelo vamos a tener, el llenado de concreto en una estructura nos demanda mayor cantidad de horas hombre, mayor cantidad de personal, el tiempo de ejecución tomara dos a tres semanas dado que cuando se coloca el concreto debemos esperar que este llegue a su resistencia máxima para recién poder realizar el desencofrado; es todo lo contrario que sucede con el reforzamiento CFRP.

Dichos resultados, guardan relación con el estudio de Bazán (2015), en su proyecto de exploración, *“Estudio experimental y numérico del comportamiento de flexión de vigas de concreto armado reforzado con bandas de FRP”*. Su meta general, implementar un método apropiado para de esta manera poder definir un ejemplo que finja la solución al esfuerzo de flexión de una viga de hormigón armado fortalecido con bandas de fibra de carbono (FRP), para implementar los vínculos constitutivos de los materiales.

Actualizado y refinado, que nos acepte determinar y explorar como es el comportamiento de la viga mediante la curva de momento – curvatura.

El diseño sísmico de elementos de refuerzos externos con sistema FRP debería orientarse en lograr diseños que resulten con suficiente ductilidad de deformación y evitando en lo posible secciones frágiles o controladas por falla del concreto, o secciones controladas por el concreto pero que permanezcan en estado elástico con suficiente capacidad de deformación. Este objetivo se puede alcanzar mediante el uso adecuado de factores de reducción de capacidad por control del acero de refuerzo como los recomendados por la norma ACI 318. Este método de diseño puede ser mejorado mediante el suministro de confinamiento adicional con el uso de bandas transversales externas de sistema FRP.

En los casos de los proyectos tales como centros comerciales, puentes, edificaciones, oficinas, viviendas multifamiliares, etc. Donde se necesite aplicar el refuerzo de las vigas en los sótanos, nosotros debemos considerar el H (altura) mínima entre pisos, ya que incrementando la sección de una viga esta nos puede ocasionar no cumplir la altura mínima en estacionamientos según el RNE que es (H=2.10 m) de acuerdo con la Norma Peruana A.0.10 en el Capítulo X del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Dichos resultados, guardan coherencia con Peña (2017), en su proyecto, “Reforzamiento de vigas de concreto armado con láminas de fibra de carbono en viviendas del proyecto multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” Breña – Lima 2017”, su objetivo fundamental fue, diagnosticar la correlación representativa que existe en el refuerzo de vigas de hormigón reforzado con láminas de fibra de carbono para comprender el movimiento en el refuerzo de elementos hechos con hormigón reforzado, mediante pruebas de compresión de probetas cilíndricas y flexión en vigas. Se llega a deducir que, se puede demostrar un apreciable aumento de la resistencia a compresión en las probetas que contenían refuerzo de láminas de fibra de carbono por consiguiente existe una buena correlación de

hormigón y la lámina de fibra de carbono al incrementar su resistencia o al tener un buen confinamiento. Existe una buena relación entre la ductilidad y el reforzamiento de las vigas de hormigón armado con láminas de fibra de carbono ya que la estructura reforzada se altera sin perder de modo relevante su capacidad de resistencia es decir se logra deformar en el rango inelástico.

De igual manera pasa en los casos de reforzamiento de las columnas en los sótanos, si decidimos aumentar sus dimensiones con hormigón armado (encamisado), esto nos podría dañar el área determinada para un estacionamiento, dado que en la Norma Peruana A.0.10 en el Capítulo X del Reglamento Nacional de Edificaciones, nos señala que los elementos estructurales pueden usar como máximo el 5% del ancho del estacionamiento respetando las dimensiones mínimas.

Dichos resultados, guardan coherencia con Pérez (2017) en su exploración titulada, *“Análisis y comparación con soportes y técnicas pictóricas tradicionales”*, donde la finalidad primordial fue, analizar el estudio de algunos materiales compuestos para su utilización en las obras de arte, en especial las fibras de carbono y las de vidrio con todas sus posibilidades, con las que se experimentará para determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas que van a resultar útiles para su uso artístico. Donde se llegó a inferir que, tratando de servir de punto de partida para futuros estudios sobre este tema y dejando la posibilidad de nuevos desarrollos que produzcan nuevas soluciones y propuestas. De igual modo, el descubrimiento de las posibilidades de unos materiales no utilizados anteriormente para fines artísticos y darle una serie de aplicaciones en este campo debe abrir un nuevo camino para la experimentación y el desarrollo de otros usos. Como trabajo abierto requiere, pues, una investigación y seguimiento continuos de los nuevos avances y las aportaciones de los últimos estudios sobre materiales.

Para los dos casos de refuerzo con láminas de fibra de carbono nos va ayudar a mejorar el comportamiento de la estructura ya que incrementara su resistencia y soportara mayores esfuerzos; y a la vez cumplirá con los estándares mínimos que nos exige en RNE (reglamento nacional de edificaciones) por ello no solo debemos tener en cuenta el costo que nos proporcionara este tipo de reforzamiento sino los grandes beneficios que nos otorga para nuestra edificación.

Dichos resultados, guardan coherencia con Moncayo, Rodríguez, Alcivar & López (2016), en su exploración, *“Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras”*. Tuvo como finalidad primordial brindar seguridad para que la estructura pueda superar con solvencia cualquier demanda de fuerza excepcional que se pueda provocar. Se llegó a inferir que, la fibra de carbono fue patentada hace casi 200 años, pero su uso se populariza a partir de

los años ochenta, donde se utiliza en automóviles, naves espaciales y en la construcción. La fibra de carbono es 10 veces más resistente que el acero, ya que puede alcanzar una pureza de hasta el 99% de carbono. Una tela de fibra de carbono puede llegar a tener hasta 400,000 hilos más delgados que un cabello humano que se unen para generar su gran resistencia. En la construcción, utilizar fibra de carbono, actualmente, es caro en comparación con otros materiales, pero ofrece beneficios superiores que cualquier otro.

Dichos resultados, guardan coherencia con Silva (2016), en su exploración, *“Refuerzo estructural con Fibra de Carbono”*. La finalidad primordial fue, estudiar las propiedades mecánicas de la fibra de carbono para entender el funcionamiento en el refuerzo de estructuras construidas con acero estructural, mediante ensayos de tracción. Se pudo concluir que, Los diseños y las aplicaciones de materiales compuestos deben ser realizados por especialistas con importante experiencia en el área. Los resultados a tracción evaluados, demuestran que a tracción la fibra de carbono es considerablemente más resistente y liviano que el acero. La fibra de carbono tiene un mejor comportamiento expuesto a la intemperie que el acero. Es fundamental mantener la superficie del acero de contacto libre de impurezas para lograr la mayor adherencia posible con la fibra de carbono.

VI. Conclusiones

Se comprobó que el refuerzo que provoca el material (fibra de carbono), favorece las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido en cuanto es sometido por alguna carga que genere flexión en los elementos estructurales. Por otro lado, en el caso de secciones con menor cantidad de acero, este material tiene una mayor influencia en el aumento de su resistencia, debido a que la fibra de carbono y el acero tienen una rigidez similar. Se concluye que el incremento de la resistencia a flexión produce 58.9% en sentido favorable, tratándose de la sección con menor cuantía de acero. Por otro lado, para el caso de la sección con mayor cantidad de acero, el aumento de esta propiedad mecánica logra alcanzar un valor de 18.4%. Se puede definir entonces que el comportamiento del CFRP se desarrolla de forma lineal hasta alcanzar el estado de falla, calificándolo como un material frágil.

Según los resultados para el (CFRP), se puede verificar que desfavorece la ductilidad de la sección. Se verificó que la sección con menos cuantía de acero logra un valor de 18.4% en cuanto a su ductilidad inicial, y la mayor cuantía de acero logró un valor de 60.3%. Motivo por el cual se concluye que, en secciones de mayor acero de refuerzo, la disminución de la ductilidad inicial, es mayor que en una sección con menor acero. Asimismo, se verificó que al reforzar las secciones de concreto armado con mayor fibra de carbono, la ductilidad disminuye en relación a la ductilidad que se obtiene al no emplear este material.

Para el desarrollo de la investigación se ha considerado el efecto de delaminación o separación de la lámina para la fibra de carbono con el concreto en la instalación del reforzamiento de CFRP. Motivo por el cual, considerando que al separarse produce agrietamiento en la sección, la deformación de la CFRP debe limitarse al nivel de deformación en el cual pierde adherencia. Para el diseño de las secciones de vigas, se consideró el efecto de delaminación para la instalación del refuerzo de fibra de carbono, sin embargo, no se ha considerado el comportamiento de dichas secciones luego de producirse el mismo efecto.

VII. Recomendaciones

- 1.- El reforzamiento de vigas compuestas de concreto armado con fibra de carbono (CFRP) se debe utilizar en elementos de responsabilidad mínima sobre la estructura. Del mismo modo se debe utilizar el refuerzo en zonas de momento positivo luego de haber redistribuido la resistencia negativa en los extremos de la viga, para conseguir que la influencia de la reducción de ductilidad en la sección sea menor y no amerite un mayor análisis. Por lo que se recomienda evaluar la capacidad de redistribución de momentos, tal como lo indica la norma E.060.
- 2.-Se debe tener en cuenta que la Norma Peruana E.060 y la Norma ACI-318.14 lograrán aceptar diversas formas equivalentes del bloque de compresiones. Pero, se recomienda emplear el modelo de Hognestad.
- 3.-En cuanto a la variación de costos, reforzar con fibra de carbono tiene mayor costo que realizar un reforzamiento por el método de “encamisado” (incremento de sección de viga de concreto armado), Tomar en cuenta que se considera los costos indirectos que se producen con su instalación, como también los demás beneficios que la fibra de carbono nos otorga los cuales han sido plasmados en el desarrollo de esta investigación.
- 4.-El desarrollo de tecnologías y nuevas técnicas de trabajo en el rubro de la construcción, genera diversas opciones para realizar el reforzamiento de una edificación, en cuanto a la aparición de la fibra de carbono como material para reforzamiento se puede utilizar dicho refuerzo de manera eficaz y cumpliendo con los requisitos que exigen la normativa de nuestro país.

Referencias

- American Chemistry Society. 2017.** High Performance Carbon Fibers. *www.acs.org*. [En línea] 20 de Junio de 2017. <https://www.acs.org/content/acs/en/education/whatischemistry/landmarks/carbonfibers.html>.
- BBC MUNDO. 2016.** Cómo la fibra de carbono está revolucionando la aviación. *www.bbc.com*. [En línea] 1 de Febrero de 2016. http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/01/140129_tecnologia_aviones_fibra_carbono.
- Consumo mundial 2012 de materiales compuestos de fibra de carbono.* **Doris, Karl y Bernhard, Jahn. 2015.** Madrid : s.n., 2015, Revista de plásticos modernos, pág. 8.
- Cornejo, Laureano. 2015.** La nanotecnología y los materiales de construcción. *Nuevatecnologiasymateriales.com*. [En línea] 15 de Julio de 2015. <http://nuevatecnologiasymateriales.com/la-nanotecnologia-y-los-materiales-de-construccion/>.
- DESIGN STUDIOS 555. 2016.** A350 XWB - Airbus starts final assembly of first. *youtube.com*. [En línea] 09 de Marzo de 2016. <https://www.youtube.com/watch?v=A2pfzASB8iM#action=share>.
- Fibras de carbono: Reforzamiento de estructuras.* **Flores, Luis. 2013.** 2013, Revista Civilizate, Vol. 3, pág. 10.
- Gioncu, V. 2010.** *Framed structures. Ductility and seismic response*. New York : General report, 2010.
- Hernández, Roberto, Fernández, Cesar y Baptista, María. 2014.** *Metodología a la Investigación*. México : Mc Graw Hill, 2014.
- Kelly, Tony y Clyne, Bill. 2013.** *Composite Materials - Reflections on the first half century*. New York : American Institute of Physics, 2013.
- Ojeda, Mariano. 2016.** Tecnología de los plásticos. *Teconologiadelosplasticos.blogspot*. [En línea] 19 de Marzo de 2016. <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.pe/2011/11/fibra-de-carbono.html>.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. 2017. La patente que transformó a todo un sector. *www.wipo.int*. [En línea] 22 de Junio de 2017. http://www.wipo.int/ipadvantage/es/articles/article_0152.html.

Ottazzi, Gianfranco. 2014. *Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado*. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

Trade Map. 2019. Trade Map. org. *Trade Map. org*. [En línea] 16 de Mayo de 2019. [https://www.trademap.org/\(X\(1\)S\(zxbh1w55ts35yu450bovv0e5\)\)/tradestat/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c52%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1](https://www.trademap.org/(X(1)S(zxbh1w55ts35yu450bovv0e5))/tradestat/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c52%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1).

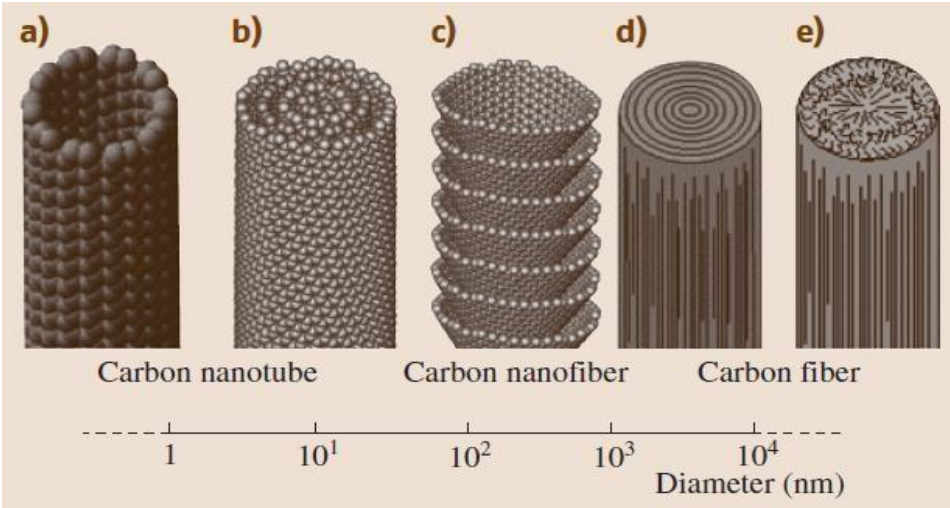
Anexos

Anexo 1 Matriz de operacionalización de variables

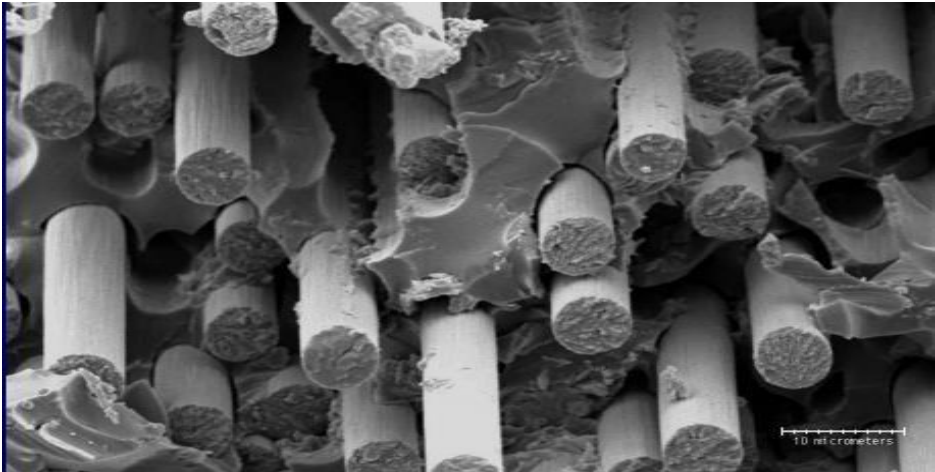
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	DIMENSIONES	INDICADORES	Unidades de medición
INDEPENDIENTE: CÁLCULO DE REFORZAMIENTO PARA CONCRETO ARMADO	<p>(Ottazzi, 2014), quien refiere que, “dentro de la ingeniería la resistencia de un elemento cualquiera se define como la capacidad para soportar esfuerzos y fuerzas aplicadas sin llegar al estado de rotura, adquiriendo deformaciones temporales o permanentes”.</p>	<p>La variable concreta será medida por las dimensiones resistencia y ductilidad en el presente proyecto (Ojeda, 2016).</p>	Resistencia a la compresión	Resistencia a la compresión.	KG/CM ³
				Resistencia a la tracción.	N/M ²
				Efecto confinamiento.	M2
			Resistencia a la tracción.	MÓDULO DE ROTURA.	UND
				SPLIT TEST	A/B
				Comportamiento de los elementos estructurales.	KG/CM ³
DEPENDIENTE: ESTRUCTURA REFORZADA	<p>La fibra de carbono (CFRP) es un material compuesto esencialmente de átomos de carbono, constituido por pequeñas fibras de 50-10 micras (µm) de diámetro. Los átomos de carbono que conforman las fibras de carbono se encuentran entrelazadas entre sí a través de cristales, los</p>	<p>La variable Fibra de carbono por las dimensiones propiedades de fibra de carbono y beneficios de la fibra de carbono en el presente proyecto (Ojeda, 2016).</p>	CONCRETO	Vigas	N/M ²
				Losas	N/M ²
				Columnas	N/M ²
			ALBAÑILERÍA	Muros	M2

	<p>cuales están alineados paralelamente al eje longitudinal de la fibra, lo cual le produce a la fibra una alta resistencia en relación a su tamaño (Ojeda, 2016).</p>			
--	--	--	--	--

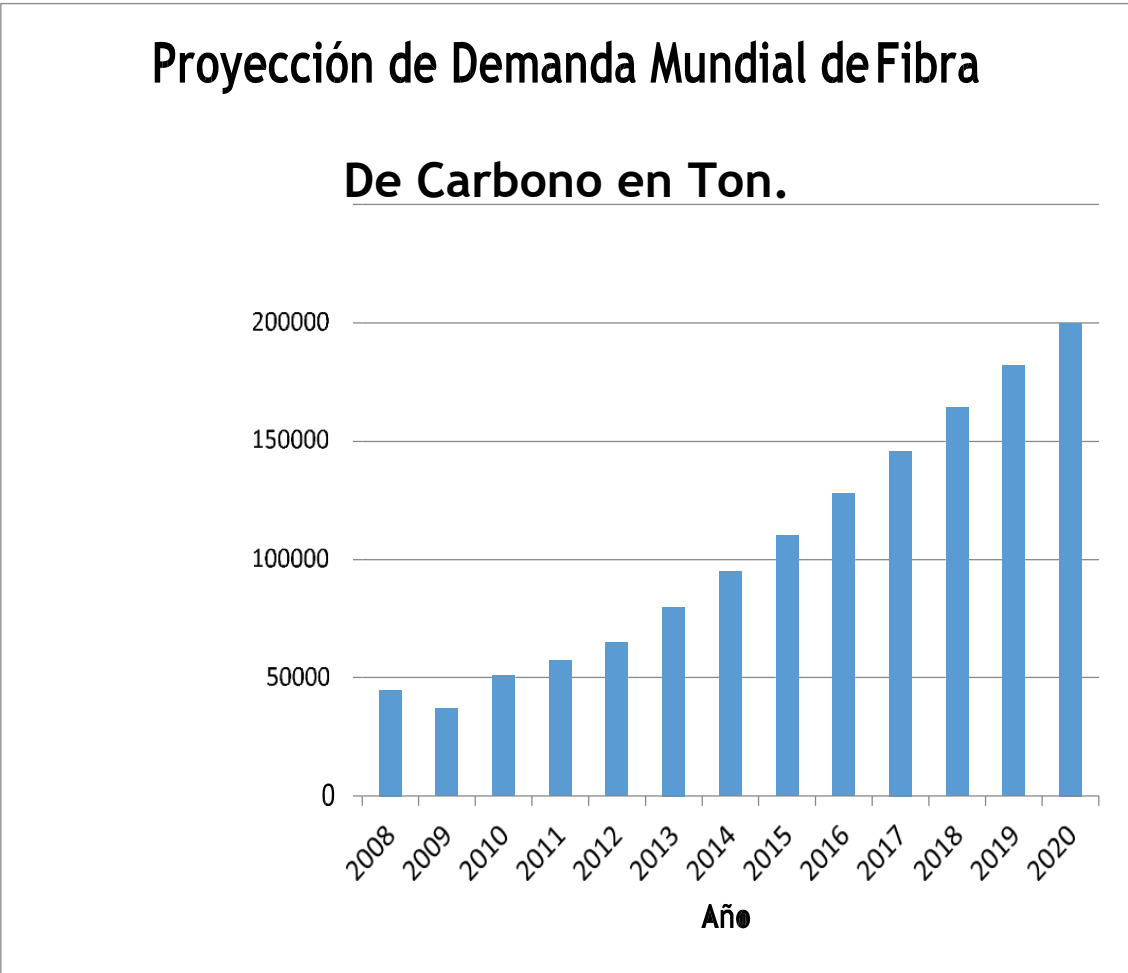
Anexo 2: Comparación esquemática de tipos de estructuras de carbono




Anexo 3: Filamentos de fibras de carbono



Anexo 4: Proyección de Demanda Mundial



Anexo 5: Observaciones

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

JORNADA DE INVESTIGACIÓN N° 2
ACTA DE SUSTENTACIÓN

El Docente encargado de evaluar el trabajo de investigación, PRESENTADO EN LA MODALIDAD DE: INFORME DE INVESTIGACIÓN.

Por los autores:
Iñapi Bravo, Miguel Stwar y Terrones Salazar, Ander Roger Cuyo Título es: Reforzamiento de Estructuras de Concreto Armado en Viviendas de Albañilería Confinada con Fibras de Carbono, San Juan de Lurigancho 2019. Facultad: INGENIERIA Y ARQUITECTURA Escuela: INGENIERIA CIVIL Reunido en la fecha con el estudiante acordó darle el calificativo de:

Lima 06 de Julio del 2020

Se recomienda levantar las siguientes observaciones:

No comentarios

.....

.....

Lima 06 de Julio del 2020

Se recomienda levantar las siguientes observaciones:

No comentarios.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
PACCHA RUFASTO, CESAR AUGUSTO
Presidente

.....
MAGUIÑA SALAZAR, WALTHER TEOFILO
Secretario

.....
SUAREZ ALVITES, ALEJANDRO
Vocal