UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Análisis comparativo entre el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado para determinar un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra – 2019"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Sarmiento López, Robert Alexander (ORCID: 0000-0001-6646-7242)

ASESOR:

Dr. Felimón Domingo Cordova Salcedo (ORCID: 0000-0003-0338-5156)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A mi padre Roberto Sarmiento, a mi madre Miriam López y su esposo Alfredo Balbín quien es como un segundo padre, a mi hermana Mirian Velásquez, quienes en la etapa escolar fueron de apoyo, para llegar a este nuevo camino.

A mi esposa Gloria Gamarra. Quien fue un pilar imprescindible en esta nueva etapa.

A los amigos con quienes inicie este camino Julio Rodas, Hayrol Leiva, Anthony Chumpitaz, Andrés Torres, Jorge Rivera, Emilio Sánchez y Hebert García, grandes amigos para los cuales quiero que esta tesis sea de inspiración para lograr terminar esta etapa.

A grandes amigos que conocí en el camino de la carrera Julio Lizárraga., Pablo Rojas, David García y Ricardo Castillo con los cuales las amanecidas fueron importantes para lograr llegar hasta aquí.

AGRADECIMIENTO

A mi esposa Gloria Gamarra, quien estuvo a mi lado desde el inicio de esta etapa en la universidad presta siempre a apoyarme, dándome el aliento incondicional, muchas veces necesario.

Al señor Fredy Leiva Carmona, gerente general de la empresa Constructora y Servicios Generales Leiva E.I.R.L., ya que, sin su apoyo en la realización de Prácticas Profesionales, se hubiera visto truncado el avance de la carrera al ser estas indispensables.

Al técnico Fredy Villanueva, jefe del laboratorio de concreto en la Universidad Villa Real con quien pude realizar los ensayos requeridos, siendo él una gran ayuda para la interpretación de resultados.

A Julio Lizárraga, un gran amigo con el cuál tuve el agrado de avanzar con el PI y DPI.

A Julio Rodas, quien siempre presto a ayudarme en la realización de mi tesis acudía a cubrirme cuando el tiempo ahorcado entre el trabajo y los estudios me impedía realizar actividades en la universidad y el laboratorio.

A Pablo Carrasco, quien fue fundamental para culminar con el DPI gracias al dominio del campo por experiencia laboral en estructuras.

ÍNDICE

Carátula i

Dedicatoria ii

Agradecimiento iii

Página del jurado iv

Declaratoria de autenticidad v

Índice vi

RESUMEN vii

ABSTRACT viii

I. INTRODUCCIÓN 1

II. MÉTODO

2.1.Tipo y diseño de investigación 35

2.2.Operacionalización de variables 37

2.3.Población y muestra 39

2.4.Técnica 40

2.5.Procedimiento 41

2.6.Métodos de análisis de datos 108

2.7.Aspectos éticos 109

III. RESULTADOS

3.1.Dosificación de fibra de acero según diseño de mezcla 111

3.2.Ensayos al concreto fresco 111

3.3.Ensayos al concreto endurecido 111

3.4.Estructura aporticada 112

3.5.Economía 112

IV. DISCUSIÓN 114

V. CONCLUSIONES 116

VI. RECOMENDACIONES 118

REFERENCIAS 119

ANEXOS 130

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se realizó la elaboración de un concreto con denominación de concreto fibroacerado siendo éste un concreto con adición de fibra de acero SIKA CHO 80/60 NB en proporciones de 0.5 y 2% para buscar una mejora estructural con respecto al concreto tradicional de 210 kg/cm2, este nuevo concreto fue ensayado a compresión, tracción indirecta y flexión obteniendo mejoras en el concreto fibroacerado al 0.5% aumentando de 217 a 255 kg/cm2 y disminuyendo a 203 con el 2%, en ambas proporciones se obtienen mejoras en tracción indirecta y flexión.

Estos nuevos valores se insertaron en el software ETABS donde se diseñó una edificación llevando al límite de la deriva y de las dimensiones de los elementos estructurales en la búsqueda de mejoras en el diseño.

Luego de la inserción de los datos del concreto fibroacerado (con fibra de acero), el diseño original solo redujo la deriva de 0.0069 a 0.0067 con la dosificación al 0.5% y siendo desestimada la dosificación al 2% por no llegar a los estándares de cumplir 210 kg/cm2, resultando el modelo más económico el uso del concreto tradicional.

Palabras claves: Concreto tradicional, concreto fibroacerado, deriva.

Las palabras claves responden, al concreto en su básica expresión sin importar la resistencia de este, al concreto con adición de fibra de acero sin importar la cantidad que se implemente y la relación entre desplazamiento máximo registrado verticalmente con respecto a la altura de la estructura, respectivamente.

ABSTRACT

In this research work was made a concrete with the denomination of fibroacerado concrete is maintained a concrete with steel fiber Sika CHO 80/60 NB in proportios of 0.5 and 2% for a structural improvement with respect to traditional concrete of 210 kg/cm2, this new concrete was tested by compression , indirect traction and flexion, improving in the fibroacerado concrete to 0.5% and 217 to 255 kg/cm2 and decreasing to 203 with 2%, in both proportions improvements in indirect traction and flexion

These new values were insered into the ETABS software, where a building was designed with the limit of the drift and the dimensions of the elements of the elements in the search for design improvement

After the insertion of the fibro-steel concrete data, the original design only reduced the drift from 0.0069 to 0.0067 with the dosage to 0.5% and the dosing to 2% was rejected due to not reaching the 210 kg/cm2 compliance standards, resulting in the most economical model the use of traditional concrete

Keywords: Traditional concrete, concrete fibroacerado, drift.

The keywords respond, to concrete in its basic expression regardless of its resistance, to concrete with the addition of steel fiber regardless of the amount that is implemented and the relationship between the maximum displacement registered vertically with respect to the height of the structure, respectively.

I. INTRODUCCIÓN

Realidad problemática

Los hombres que vivieron siglos atrás dejaron evidencia de su majestuosa manera de construir, con imponentes edificaciones y teniendo muchas de estas aun en pie hasta el día de hoy podemos ver la ingeniería que tenían en aquel entonces a pesar del sin número de limitaciones.

Una publicación del Instituto Oriental de la Universidad de Chicago investigó una construcción antigua en Jerwan Irak sobre la cual había rumores de haber sido una obra de alta envergadura y hoy solo quedan escombros, tras estudios de los restos de la supuesta obra se halló que se trataba de un acueducto una majestuosa obra de 280 metros de largo y 22 metros de ancho. El acueducto de Jerwan el que se estima fue construido cerca del año 700 a.C. con bloques de piedras talladas y apiladas, ya desde aquel entonces se tenía claro que una gran área podía soportar una gran carga es por ello que se buscaba una base de dimensiones extraordinarias y un material de construcción de una alta capacidad portante.

En Inglaterra se tiene un claro ejemplo de cómo soportar una gran carga con un elemento de gran área (a modo de columna), En la **Figura 1**, se muestra un desafío de la ingeniería de aquel tiempo; Stonehenge o el círculo de piedra el cual aporta una visible necesidad de una columna de gran sección para soportar una carga de gran magnitud.

Figura 1. Stonehenge, círculo de piedra

Fuente: https://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/stonehenge_8857/1

En el Perú también se cuenta con construcciones antiguas impresionantes y una de estas forma parte de las nuevas 7 maravillas del mundo, Machu Picchu construido en el año 1450 d.C. la cual ha sido edificada con bloques de piedras que están ensambladas de tal

manera que logra una estabilidad impresionante. Ahora, la magnitud de esta obra está basada en ubicar piedras de gran sección como base para poder soportar el extraordinario peso aplicado sobre ellas.

Actualmente en provincia y en determinados lugares de Lima la construcción con adobe es la más accesible, pero con grandes secciones de muro siguiendo la guía de las construcciones antiguas, y guiándose de estas el manual de construcción de edificaciones antisísmicas de adobe nos plantea el uso de moldes para los bloques de adobe de 40.0 cm x 40.0 cm x 8.0 cm de alto, una sección de gran área en comparación al área de un ladrillo King Kong de 18 huecos con las siguiente dimensiones 23.0 cm x 12.5 cm x 9.0 cm de alto, y este ladrillo provee de un ancho de muro de 12.5 cm cuando se emplea en el muro tipo soga a diferencia del bloque de adobe el cual se emplee en la forma que se emplee siempre ofrecerá un muro de 40.0 cm de ancho. La gran diferencia entre estas dimensiones se debe a la variación de resistencia a la compresión que tienen ambos elementos.

Con la tecnología y los alcances económicos actuales las limitantes para edificar son menores, el uso del concreto armado ha sido un gran aporte para la construcción de hoy, la trabajabilidad, versatilidad y funcionabilidad del mismo lo convierten en una parte fundamental para poder realizar edificaciones de alta envergadura ya que al ser solicitada una capacidad portante alta en elementos verticales o un gran momento en elemento horizontales, la sección de estas estructuras son incrementadas para poder cumplir las necesidades; tal como se hacía en la antigüedad; lo cual genera una pérdida de espacio en la edificación reduciendo áreas y en las vigas obliga a tener vigas de gran peralte o columnas intermedias separando ambientes. Por otra parte, una actual solución para estos casos también es incrementar la capacidad portante del concreto usado tratando de mantener una sección viable de las estructuras y una mayor cantidad de acero en el caso de las vigas, pero esto implica un alza en el precio el cual deberá de ser analizado viendo el costo – beneficio para saber si amerita la aplicación de un concreto de f´c mayor.

Ante una solicitud de carga extraordinaria y momentos flectores grandes, la necesidad de que la estructura cumpla de manera funcional en columnas y vigas sin incrementar las dimensiones de sus secciones, ni tener un alza de dinero significante comprando un concreto de mayor capacidad portante.

“Desde hace más de 15 años los centros de investigación para el desarrollo de concreto y cemento plantean medidas de transformación en los procesos productivos para incluir nuevos aditivos. […] (Gonzáles, 2017, p. 44)

En el presente proyecto de investigación se utilizará la fibra de acero en la dosificación del concreto, se realizará un diseño de una edificación con ayuda del libro Diseño en Concreto Armado del Ing. Robert Morales Morales para el pre dimensionamiento con las propiedades del concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y analizarlo mediante el programa ETABS versión 17, esto se categorizará como diseño patrón, simultáneamente realizar un diseño con el mismo programa y la misma geometría estructural usando las nuevas propiedades del concreto fibroacerado en sus dos proporciones, permitiendo así comparar la respuesta de los elementos estructurales; vigas y columnas; y mediante el análisis desarrollado en el software determinar el número máximo de pisos y máxima distancia entre columnas al que se podría llegar en ambos casos antes de llegar al punto de fallo y adicional a esto realizar una comparación en cuanto al precio que representarían ambas mezclas.

Mediante este software se podrá realizar tres modelos de una edificación de sistema aporticado totalmente iguales con la variación de las propiedades mecánicas: 1.) Concreto tradicional f´c=210 kg/cm2 (ct), 2.) concreto fibroacerado al 0.5% (cf 0.5%) y 3.) concreto fibroacerado al 2.0% (cf 2.0%).

Trabajos previos

En la búsqueda de investigaciones referidas al tema presentado se encontraron trabajos con los cuales se compartía similitud en cuanto al enfoque y dirección de la investigación, con una mejora de un dónde aplicar los resultados que se obtendrían, mostrando lo mencionado se muestran los antecedentes con los que se trabajarán.

Antecedentes nacionales

a.) Montalvo (2015, p.106), en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil titulada “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”, presentada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, tiene como objetivo comparar las propiedades mecánicas y físicas: la flexión, compresión, modulo elástico del concreto con

fibras de acero tipo Winrand FF1 y el concreto sin este agregado aplicado en pavimentos, y también el precio de la puesta en obra de ambas mezclas, en la búsqueda de mejorar el concreto y la forma de trabajar con él, la innovación constante juega un papel muy importante donde los procesos de tiempo, calidad y optimización de materiales y costos involucra agregados que brinden una mejoría específica en el concreto según sea su aplicación, A través de la recopilación de ensayos realizados previamente a la investigación de la tesis realizada, el investigador pudo recopilar las propiedades del concreto fibroacerado para insertarlas en programas de diseño de pavimento y así determinar las mejoras obtenidas en un proyecto real, en el cual obtuvo como resultado la ventaja de tener mayor resistencia a la necesidad de carga gracias al esparcimiento en tres dimensiones de las fibras reflejándose esto en un disminución del 13% del costo del proyecto, que representa una cantidad de 3 244 375 nuevos soles. Concluyendo de esta manera una reducción significante del valor económico al reducir el espesor de la losa.

b.) Sotil y Zegarra (2015, p.194) realizaron una tesis de manera grupal para obtener el título de ingenieros civiles la cual titularon "Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand ff3 y concreto con fibras de acero wirand ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido", que fue presentada a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas y tuvo como objetivo comparar las propiedades mecánicas del concreto tanto en: flexión, compresión y tenacidad del concreto sin refuerzo alguno y el concreto con ambas fibras trabajando independientemente; ante la gran demanda que tiene el concreto hoy en día en la construcción la implementación con ideas innovadoras sobre este avanza siempre, es por ello que el uso de las fibras de acero Wirand promete usos mejorados del concreto. El método usado fue el experimental realizando probetas cilíndricas y vigas prismáticas para lograr hallar la resistencia a comprensión y flexión respectivamente. Los resultados hallados fueron un aumento de 284.79 a 323.91 kg/cm2 de resistencia a la compresión con el refuerzo FF3 a los 28 días y un incremento de 3.65 a 5.57 Mpa de resistencia a flexión agregándole 25 kg de refuerzo FF4 por cada m3 de concreto. Los investigadores concluyen que las fibras de acero son una buena elección para mejorar la fragilidad natural del concreto.

c.) Castañeda (2018, p. 189) realizo la siguiente tesis para obtener el título de ingeniero civil titulada "Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la

compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018", la cual presentó a la Universidad Privada del Norte, la cual tiene como objetivo determinar la influencia de la fibra de acero y el aditivo plastificante en cuanto a la compresión del concreto, explicar las características y/o ventajas del aditivo. La industria de la construcción se desarrolla a pasos agigantados pero la monotonía de usar el concreto convencional como única solución a las diversas necesidades estructurales y lo que se busca en esta investigación es promover soluciones brindando nuevas técnicas de desarrollo de infraestructura. A través del método experimental se manipulará la fibra de acero buscando tener el control sobre esta al aplicarla al concreto y de esa manera determinar la mejor dosificación, como resistencia última a la compresión tiendo un valor de 220.40; 230.30 y 238.90 kg/cm2 en el concreto patrón, patrón + 20kg/m3 y patrón + 40 kg/m3 de fibra de acero respectivamente. El investigador concluyó que la influencia de la fibra de acero en su dosificación de 40 kg/m3 ayuda a incrementar la resistencia a la compresión permitiendo tener nuevos estándares sobre los cuales trabajar.

d.) Carranza (2018, p. 215) en su tesis para obtener el título de Ingeniero Civil titulada "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" presentada ante la Universidad Cesar Vallejo, tiene como objetivo determinar la nueva resistencia a compresión, tracción y flexión con el nuevo concreto con agregado de fibra de acero. El motivo de realizar este proyecto de investigación es por la poca resistencia a la tracción del concreto tradicional en comparación a su resistencia a la compresión, así como también su resistencia a la flexión siendo la escasez de esta última la causante de fallas por momentos grandes, la metodología usada fue hipotética-deductiva y estadístico, realizando ensayos al concreto con probetas cilíndricas y vigas prismáticas para la recolección hallar los nuevos valores y elaborar un cuadro estadístico el cual permita ver el incremento de los valores planteados, la dosificación de la fibra de acero fue realizada en tres porcentajes para tener valores graduales. Los resultados que obtuvo el investigador en los ensayos que realizó a los 28 días fueron una resistencia a la compresión de: 289.40 en concreto simple y 237.57 (Kg/cm2) con fibras al 40 kg/m3 (2.5%), una resistencia a la tracción por flexión de: 26.62 en concreto simple y 30.02 (Kg/cm2) con fibras al 80 kg/m3 (5.2%) y finalmente una resistencia a la rotura de: 36.78 en concreto simple y 71.75 (Kg/cm2) con fibras al 80 kg/m3 (5.2%) y también una pérdida de trabajabilidad cuando se usa al 5.2% de la mezcla. Como

conclusión encontró que el gran incremento de la resistencia a la flexión acompañada con una pérdida de resistencia a la compresión en su mayor porcentaje de fibra para ambos casos.

Antecedentes internacionales

a.) Mármol (2010, p.81) en su trabajo fin de máster titulado "Hormigones con fibras de acero características mecánicas" presentada ante la Universidad Politécnica de Madrid tuvo como objetivo determinar el aporte de las fibras de acero le brindan al concreto teniendo interés en cuatro propiedades mecánicas importante: Flexo tracción, compresión, tenacidad – fatiga, resistencia al impacto, esto a raíz de ser el hormigón el material de construcción más usado por su gran resistencia a la compresión pero con una desventaja tremenda de no resistir esfuerzos a tracción. La metodología usada fue experimental con el involucramiento de las variables (el hormigón con fibras de acero), mediante el ensayo de probetas cilíndricas y vigas con carga a tercios y carga central, los resultados fueron prometedores, la resistencia por flexión del concreto con fibras de acero aumentó de 200 a 250 por ciento en comparación al concreto sin estas fibras con 947 Psi de resistencia a la flexión en su mejor caso con fibras 50/50 a 100 lbs/cu. yd (libra por yarda cúbica). El investigador concluye que en función del tipo y cantidad de fibra que se agregue, se mejoran las características mecánicas del hormigón en diferentes escalas.

b.) Laranjeira (2010, p. 218) in his thesis for the doctor degree "Design-oriented constitutive model for steel fiber reinforced concrete" the researcher applied the laboratory results to be transformed for the use in different applications of the concrete results of, resistance to compression, bending, modulus rotation, displacement and limit of yield, for this way to be able to use the values obtained in some buildings or construction anyone.

c.) Barragán (2012, p. 151) in his thesis for the doctor degree "Failure and toughness of steel fiber reinforced concrete under tension and shear" the researcher puts in evaluation the resistance of the concrete with steel fiber before the loads of traction and shear force, through destructive test with cylindrical test tubes, being able to obtain similar results to the test of diametral compression and bending, the tests were carried out on beams of real dimensions, to real scale, as well as on T beams. Obtaining a considerable increase in the result, or the

flexural strength being an improvement of 25% in the rectangular sections and a 45% improvement in the T-beams.

d.) Gaitán (2013, p.366) en su tesis doctoral titulada "Estudio del comportamiento del hormigón de alta resistencia reforzado con fibras de acero frente al impacto de proyectiles" presentada la Universidad Politécnica de Madrid tuvo como objetivo determinar un espesor que permita la protección ante proyectiles a través del refuerzo con fibra de acero reduciendo así el efecto del impacto de los mismos, esto es provechoso en edificaciones militares. La metodología experimental que se empleó fue a través de fabricación de placas y aplicación de la balística con proyectiles de 25, 20, 12.7 y 7.62 mm para la valides y funcionabilidad de lo planteado, el uso de la fibra de acero al 80 kg/m3 de concreto mejora el comportamiento ante los proyectiles los impactos sufridos por las placas sin el refuerzo de fibra terminaban siendo destruidos o explotados y este fenómeno se redujo en al usar la fibra de acero como refuerzo, como conclusión no garantizó que se mantenga intacta la placa de prueba pero si amortigua el primer impacto y no se aprecia el desprendimiento de escombros como si en las placas sin refuerzo.

e.) Valencia y Quintana (2016, p.52) en el trabajo de grado para la obtención del título de Ingenieros Civiles titulada "Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%" que presentaron a la Universidad Católica de Colombia tuvo como objetivo hallar la mayor resistencia que se obtiene de estos tres concretos, debido a que el concreto es usado en la mayoría de las construcciones del Colombia (referido a esta tesis) se recurre al refuerzo del mismo como implementación de estructural con dosificación de fibras de acero, se usó la técnica de la observación donde se realizaron los ensayos a compresión a los 14, 21 y 28 días y se tomaron los datos arrojados en estos ensayos. El asentamiento se redujo de 3.3" en el concreto sin adición a 2.7" y 2.8" cuando se adiciona el 12% y 14% respectivamente e incremento de la resistencia a la compresión de 3805.17 Psi a 4128.42 y 4324.90 en el concreto sin adición y adicionándole el 12% y 14% de fibra a los 28 días. Los autores concluyen que a cambio de un incremento de resistencia ocurre una disminución de manejabilidad.

Teorías relacionadas al tema

El material de información para el ahondamiento del presente proyecto de investigación; Análisis comparativo entre el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado para determinar un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019; está delimitado por los siguientes puntos los cuales permitirán conocer el tema a fondo haciendo factible la comprensión del mismo.

Así como una previa al trabajo que se realizará mostrando los parámetros con los cuales estará trabajando y en base a los que se obtendrán los resultados.

Concreto tradicional

En el presente proyecto de investigación, el concreto tradicional será el concreto sin ningún aditivo, o variación alguna en su dosificación manteniendo su composición básica de materiales, sin importar la proporcionalidad de estos, adoptando el nombre de concreto tradicional para ser usado como concreto patrón.

"El concreto es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, agregados y agua" (Gonzáles, 2005, p. 31). Siendo esta proporción de suma importancia por la garantía que esta brinda al realizar los ensayos a los agregados en un laboratorio.

Generalidades

"El cemento está presente en paredes, pavimentos, asfalto e, incluso, mobiliario urbano. Un elemento clave en la construcción y relativamente barato. […]" (Manrique, 2012, p. 3)

Se establecerá la variación permisible que puede tener el concreto sin dejar de ser un concreto tradicional, la variación que correlaciona el agua y el cemento, reduciendo la cantidad del agua, aumentado el cemento o ambas.

$$R = \frac{a}{c}$$

Dónde:

R: Relación agua/cemento

a: cantidad de agua en kg. por porción

c: cantidad de cemento en kg. por porción

Mientras menor sea la correlación (el valor “R”) mayor será la resistencia a compresión del concreto. “La resistencia del concreto depende de la relación agua/cemento: a mayor relación agua/cemento, menor es la resistencia” (Morales, 2016, p. 9).

La finalidad de variar esta correlación es aumentar la resistencia del concreto y esta dependerá de a qué elemento estructural será aplicado.

Variando la esta correlación podemos obtener las distintas resistencias a la compresión del concreto, como: 140, 175, 210, 245, 280, 315, 350, 385, 420 kg/cm2 según sea su necesidad a su vez estas resistencias pueden ser suplidas por un área mayor, como se expresa en la **Figura 2**.

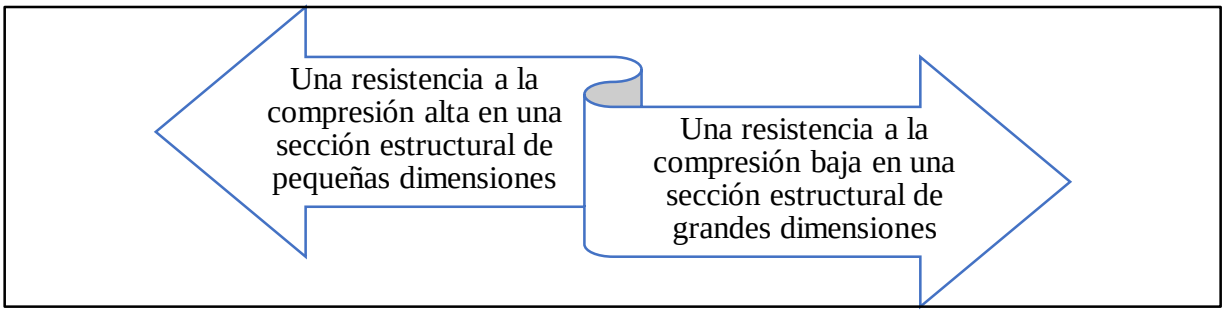


Figura 2. La resistencia a la compresión según la geometría.

Fuente: elaboración propia.

Vale recalcar que el incremento de la resistencia a la compresión mendiante esta correlación incrementa significativamente el precio del concreto.

En el artículo n.° 236 de la revista Journal of applied engineering sciences, brinda da comparaciones entre las resistencia del concreto en base a la relación agua / cemento, donde muestran mayores resistencias a compresión en mezclas de concreto con una relación de 0.35 comparada a la de 0.55, esta mayor resistencia se mantiene en todas las edades en que se realizaron los ensayos a los 7, 28 y 90 días. (Ghasemipor, 2018, p. 23).

Esto reforzando lo descrito parrafos arriba valiendo la redundancia con la experimentación de las mezclas y en ensayo de testigos.

Columnas

"Las columnas son elementos utilizados para resistir básicamente solicitaciones de compresión axial aunque, por lo general, ésta actúa en combinación con corte, flexión o torsión […]" (Harmsen, 2002, p. 244).

En una construcción de albañilería confinada, en cuando al soporte de cargas las columnas son apoyadas por los muros portantes y estos pueden ser: muros de ladrillo king kong de 18 huecos o una placa de concreto armado, con el apoyo de estos muros portantes se puede prescindir de columnas de amplias dimensiones y vigas de peralte pronunciado ya que estas no están sobre un vano vacío.

En un sistema aporticado las columnas son los pilares de la edificación, las cuales absorben la carga total de la misma, la distribución y dimensionamiento de este elemento estructural es según cálculo y depende de las solicitaciones de carga que amerite. Cabe recalcar que es el único elemento responsable del sostenimiento de la edificación, la cantidad de estas también es un factos para evitar las derivas y torsiones, mientras más se tengan es más beneficioso pero acarrea contar con un área con divisiones.

Es una estructura aporticada aquella que cuenta con los siguientes elementos: los, vigas, columnas, zapatas, muros no portantes, cimientos corridos para muros no portantes, trabajando de la siguiente manera: las losas transfieren la carga a las vigas para estas ser transferidas a las columnas para finalmente depositarlas sobre las zapatas. (Delgado, 2011, p. 39).

Figura 3. Los Parklets de la Universidad Cesar Vallejo – Lima norte

Recuperado de: http://lanoticiarenovada.com/los-parklets-en-la-universidad-cesar-vallejo-como-complemento-la-vida-universitaria/

Como se aprecia en la **Figura 3**, las columnas al tener separaciones considerables los diámetros tienden a ser de dimensiones significativas para el sostenimiento de la estructura de la Universidad Cesar Vallejo, se sabe también que el comportamiento de una columna de sección circular tiene un mejor comportamiento que las tipicas rectangulares o cuadradas, manteniendo el mismo área en ambos casos, sumado a esto el acabado arquitectónico es mejor, ahora, estos beneficios son de evaluarse ya que la elaboración de estas columnas amarra su diseño a medidas estándar por los encofrados prefabricados que existen en el mercado.

Vigas

Las vigas en una estructura aporticada tiene el labor de soportar cargas longitudinalmente de las losas para transmitirlas hacia las columnas, pero en este proceso el recibir y transmitir las cargas se produce el fenómeno de flexión.

El momento flector es la cuantificación del valor rotulante y se puede hallar este valor en la ubicación que se desee para saber dónde es necesario el refuerzo de acero.

Las dimensiones en cuanto al ancho de viga como el peralte de la misma dependerá de la luz libre que esta tenga, en algunos casos no es necesario un peralte de la viga y solo se ejecuta una viga chata o del espesor de la losa, pero en otros casos al tener una separación de columnas grande se requiere de un peralte alto.

"Es recomendable que las vigas chatas no tengan luz libre mayor de 4m. […]" (Morales, 2016, p. 87).

Fibra de acero

Fibras usadas en la construcción

Las fibras en general, están siendo usadas para mejorar el concreto, buscando:

- ✓ Aumento de propiedades mecánicas
- ✓ Mejora de propiedades físicas
- ✓ Disminución del peso del concreto
- ✓ Disminución de precios
- ✓ Evitar refacciones
- ✓ Suplantación de algún material en la mezcla del concreto

- ✓ Impermeabilización de edificaciones
- ✓ Búsqueda de habitaciones acústicas
- ✓ Modificar las propiedades físicas del concreto
- ✓ Entre otros.

Todas estas propiedades son materia de investigación por lo que definir una para la ejecución de alguna obra conlleva realizar los ensayos necesarios y la proporción idónea para su óptimo aprovechamiento de propiedades que tengan las fibras.

Clasificación

La clasificación de las fibras variará según el resultado que se quiera obtener en el concreto como se aprecia en la **Tabla 1**.

Tabla 1. *Ejemplo de selección de fibra según uso.*

Por su material Se optaría por las fibras plásticas para un concreto liviano, a costa de perder resistencia a la compresión.	Por su tamaño Se optaría por las macrofibras en vaciado de losas por su cobertura de grandes área para cada fibra.

Fuente: Texto: elaboración propia.

Imágenes: (Revista construcción, Sika Informaciones Técnicas Concreto reforzado con fibras, 2011, p. 12).

Estas fibras se clasifican de dos maneras: por el material y por el tamaño las cuales ofrecerán distintos tipos de propiedades al concreto, así como geometrías para determinados usos respectivamente, como, por ejemplo:

Un aumento de solo el 10%, de fibras de polipropileno mejora la resistencia inicial a la fractura, según, Magazine of concrete Research (2019, p. 468).

La empresa SIKA se especializada en productos químicos para mejoras en el concreto como: efectos retardante, acelerarte, entre otros, afectando a la mezcla en su estado moldeable y también a la estructura en su estado endurecido. También brinda la clasificación por material y tamaño de la siguiente manera:

Las fibras se clasifican por su material como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2. *Clasificación de fibras, por material.*

Fibras	
Metálicas Secciones discretas de metal con relación (longitud / diámetro), en general de bajo contenido de carbón.	Sintéticas Secciones discretas que pueden ser de: Acrílico, Aramid, Carbón, Polipropileno, Poliestireno, Nylon, Poliéster, etc.
Vidrio Secciones discretas resistentes al álcali.	Naturales Secciones discretas de origen como: coco, sisal, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc.

Fuente: (Revista construcción, Sika Informaciones Técnicas Concreto reforzado con fibras, 2011, p. 7)

La selección de una fibra por su material (para una investigación) dependerá del enfoque se le dé a la misma, ya que en el campo de las fibras plásticas existen recicladas y vírgenes, eta última creada desde cero exclusivamente para el uso de agregado al concreto, esto pude enfocarse a un tema relacionado con la reducción consumo de materias primas y aconsejando a la reutilización de productos, siendo claro que estas fibras no otorgan gran aporte al concreto, por otro lado las fibras metálicas tienen un gran aporte al concreto pero para la elaboración de estas es ligeramente contraproducente para el medio ambiente.

Las fibras se clasifican por su tamaño como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3. *Clasificación de fibras, por tamaño.*

Microfibras	• Diámetros entre 0.023 mm y 0.050 mm. • Destinadas a evitar la fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas.
Macrofibras	• Diámetros varían entre 0.05 mm y 2.00 mm. • Destinadas a prevenir la fisuración en estado endurecido

Fuente: (Revista construcción, Sika Informaciones Técnicas Concreto reforzado con fibras, 2011, p. 9 y 11)

Y muy importante para la elección entre el material es el uso que se le dará dejándolo claro en la memoria del proyecto.

La combinación entre el material y el tamaño de fibras y la inclusión de estas al concreto otorga distintas propiedades ya sean en su estado fresco como endurecido, todos estos previos ensayos para la garantía de los resultados.

El tamaño y material de las fibras, en el artículo Mechanical properties of fiber reinforced concrete, se trabajó usando fibras de vidrio y sisal, siendo aprovechados si se quiere cambiar las propiedades mecánicas (las propiedades que el concreto obtenga después de endurecer) a cambio de una reducción en su trabajabilidad comparada a la trabajabilidad del concreto patrón provocándose controversias posiblemente solucionables en la elaboración de la mezcla con las proporciones adecuadas; propiamente dicho en el diseño de la mezcla; entonces esta adición de fibras provoca tiene como beneficio un amplio incremento de las propiedades mecánicas a costa de un cambio en sus propiedades físicas, el asentamiento del concreto en este caso, lo ideal es buscar un equilibrio entre las nuevas propiedades pero mantener la trabajabilidad del concreto quizá no se consiga ambas partes al 100% por la modificación del SLUMP pero con alguna mejora a tomarse en cuenta si sera útil o no para el proyecto en mente. (Bhawat, 2017, p. 177)

Fibra de acero Sika® Fiber CHO 80/60 NB

Con pocos antecedentes, pero siendo uno de los más grandes productores de aditivos para el concreto en Lima se optó por el uso de la fibra de acero de la familia SIKA.

Perteneciente a la familia de la macro fibra, la cual es ofrecida por la empresa proveedora SIKA "[…] fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado. […]" (Hoja técnica Sika® Fiber CHO 80/60 NB, p. 1).

Figura 4. Fibra de acero Sika® Fiber LHO 45/35 NB.

Fuente: Propia.

Como se ve en la **Figura 4**, al tener los extremos ligeramente doblados ayuda a que el concreto tenga adherencia entre los materiales que lo conforman, y las características y especificaciones de la fibra usada se expresan en la **Tabla 4**.

Tabla 4. *Especificaciones de fibra de acero Sika® Fiber CHO 80/60 NB.*

|Datos básicos	Color: Plateado. Aspecto: Fibras. Presentación: Sacos de papel x 20 kg.
Datos técnicos	Longitud: 60 mm con extremos conformados. Diámetro de la fiela: 0.75 mm. Relación longitud/diámetro: 80 Resistencia a la tracción: 1200 MPa ≡ 12236.59 Kg/cm2

Fuente: (hoja técnica Sika® Fiber CHO 80/60 NB, p. 2)

Concreto fibroacerado

Es la aplicación de las distintas fibras de acero; micro y macro fibras; al concreto dándole nuevas y mejores propiedades físicas y mecánicas las cuales son cuantificables mediante determinados ensayos como se muestra en la **Figura 5**.

La implementación de macro fibras ha tenido efectos beneficiosos sobre el agrietamiento de losas supliendo refuerzos de acero hasta hoy necesarios, este concreto fibroacerado no tiene una resistencia a la compresión, flexión ni tracción determinada ya que depende de la dosificación que se realice.

Dosificación

La dosificación de fibras de acero se realizará según la **Tabla 5**.

Tabla 5. *Dosificación de fibra de acero.*

Dosificación
al 0.5%
al 2.0%

Fuente: elaboración propia

La empresa Bekaert líder mundial en avances tecnológicos en el acero y Prodac como empresa fabricante de alambre en Perú, ofrecen su producto Dramix® como:

> El refuerzo de losas con fibras de acero surge como una alternativa al refuerzo convencional con barras de acero. Las fibras de acero pueden reemplazar parcial o totalmente las barras de acero permitiendo reducir el tiempo de construcción de la losa, la mano de obra y el costo total hasta en un 50%. (2016, p. 1).

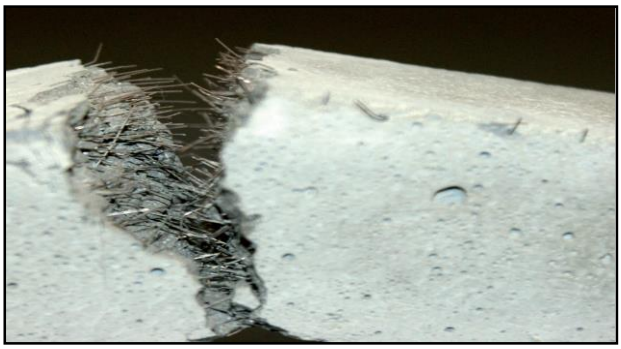


Figura 5. Concreto con fibras de acero.

Fuente: (Revista construcción, Sika Informaciones Técnicas Concreto reforzado con fibras, 2011, p. 1).

Cabe recalcar que el diseño de la edificación contemplará aun el uso de las varillas de acero estructural, no siendo reemplazado por el acero de las fibras si no buscando una mejora en el concreto de manera directa, cambiando y observar los cambios en el en cuanto a dimensiones o mejoras de costo beneficio para la ejecución del proyecto como por ejemplo elevar el número de pisos a una edificación con un diseño que ya había llegado a su límite con el concreto sin fibra.

Ensayos al concreto en su estado fresco

Los ensayos que se apliquen al concreto previo al llenado de las probetas (cuando el concreto está en su estado moldeable) se consideran como "concreto en estado fresco" y estos resultados son propiedades que a primera instancia la facilidad en la manipulación del concreto.

La adición de cualquier producto ajeno al diseño de mezcla provocará, aunque sea un mínimo de variación entre las propiedades de este, siendo en este punto tratadas las propiedades físicas del concreto, para determinar el cambio de la alguna propiedad teniendo como base y punto de comparación los resultados dados por el concreto tradicional (patrón).

Se sabe además que la adición de fibra de acero afecta de sobremanera al asentamiento del concreto relacionado directamente a la trabajabilidad del mismo, en la presente investigación al buscar el uso de la nueva mezcla en una edificación se buscará mantener un SLUMP que permita el trabajo con la mezcla, por ello la realización de los siguientes ensayos es un punto muy importante para la determinación de su uso.

Propiedades físicas

Estas determinarán cuan trabajable es el concreto, así como dar las bases a primera instancia de que el concreto endurecido cumpla la resistencia buscada.

Ensayo de medición del asentamiento NTP 339.035 – (1999)

Tiene como objetivo medir el asentamiento del concreto fresco; es de aplicación en laboratorio y/o en campo, los posibles resultados de este ensayo se muestran en la **Figura 6**.

El material necesario para realizar el ensayo es el cono de Abrams: cono truncado de 10 y 20 cm de diámetros y 30 cm de alto, una barra lisa de 16 mm de diámetro y 60 cm de longitud.

Se vierte el concreto en tres partes con 25 golpes entre cada en forma de espiral desde el exterior hacia el centro, la última capa tiene que ser llenada en exceso y luego de los 25 golpes se elimina lo sobrante, al levantar el cono, se invierte el cono y se mide la diferencia de alturas entre el cono y el centro del concreto.

Figura 6. Asentamiento del concreto - SLUMP.

Fuente: (NTP, 1999, p. 10).

Ensayo para determinar la temperatura de la mezcla NTP 339.184

El instrumento necesario es un termómetro (calibrado) el cual debe tener 3" de concreto a 180° hacia abajo, en una carretilla, buggy o algún otro recipiente. La temperatura se redondea al 0.5°C.

Este ensayo es para evitar la deshidratación del concreto (pérdida de agua) afectando así la proporcionalidad de la mezcla, de suceder esto se provocarían poros en la parte interna del concreto por la evaporación de las partículas de agua, teniendo como resultado un concreto ya fraguado poroso, y por ende pierda resistencia en su estado endurecido.

Ensayo para determinar la densidad, rendimiento NTP 339.046 – (2008)

La densidad (peso específico) del material, obtenido pesando un molde (de preferencia cilíndrico) vacío y el molde con el concreto la diferencia de estos se divide entre el volumen del molde conocido (por ello se recomienda un molde cilíndrico), el resultado se redondea al 1.0 kg/m3.

$$Densidad = \frac{Peso_{(molde\ con\ concreto)} - Peso_{(molde)}}{Volumen_{(molde)}}$$

El rendimiento: obtenido al dividir el peso total de los elementos que conforman el concreto entre la densidad del mismo, el resultado se aproxima al 0.1 m3.

$$Rendimiento = \frac{Peso_{(total\ de\ elementos)}}{Densidad}$$

La densidad es un valor importante en el diseño de la edificación ya que se necesita de este para que el software evalúa el trabajo en parte también al peso.

Esto ya que ante un evento sísmico a mayor peso en los pisos superiores las deformaciones entre pisos pueden ser mayores a las que ocurrirían aplicando el peso específico del concreto tradicional 2400 kg/m3

Adicional a esto también es de suma importancia para el momento del vaciado del concreto ya que en su estado fresco dejará la carga en su totalidad para el encofrado, puntales y vigas de apoyo que se usen, ya que estos son diseñados en base al peso del concreto obviando su resistencia o la del acero.

Ensayo para determinar el contenido de aire ASTM C231

Es necesario contar con un medidor de aire el cual cuenta con un sistema de bombeo de aire con precisión y cebado de agua, este recipiente será llenado de la misma manera que se realiza el ensayo de asentamiento, luego de esto se procede a la medición en sí.

Esta medición es determinada con el instrumento de medidor de aire donde el trabajo es a compresión siendo hallado cuanto de aire ingresa a la olla del instrumento obteniendo así un porcentaje de vacío en la mezcla dentro del medidor, el resultado tiene que ser aproximado al 0.1 %.

La adición de fibras de acero, por la forma de estas, podría acarrear un problema de agregar aire a la mezcla siendo esto un problema al generar vacíos en la mezcla haciendo que esta pierda propiedades mecánicas.

Ensayos al concreto en su estado endurecido

Aplicándolos al concreto en estratégicas edades de curado, darán los valores de las propiedades que se quieran hallar.

La adición de fibra de acero es un implemento ya casi cotidiano en la construcción, pero los usos que se le dan se limitan a la revistas y hojas técnicas de las marcas que vendes las diversas fibras existentes en el mercado, todas las empresas que venden y distribuyen este producto dan una idea general del uso que se le puede dar así como la cantidad a usarse, con una anotación que indica que dichos datos no expresan valor real alguno acompañado de una recomendación del ensayo del concreto a emplearse para contar con valores reales y

testeados, adicional a esto, las investigaciones que se han realizado se han limitado a realizar comparaciones de las propiedades mecánicas en sí y no en la posterior aplicación sus resultados a algo definitivo.

Es por ello la importancia de este punto donde se hallarán las nuevas propiedades mecánicas obtenidas gracias a la fibra de acero.

Propiedades mecánicas

La propiedad mecánica de un elemento estructural es la virtud numérica que este tiene en diversos puntos de actuación ofreciendo 1, 2, o más propiedades que responden ante eventos, en el caso del presente proyecto de investigación estas propiedades responderán ante un evento provocado y manipulable, las cargas aplicadas a las probetas y vigas de concreto recibiendo como respuesta la carga aplicada la resistencia a compresión.

"Un producto de hormigón puede considerarse duradero si puede mantener a través del tiempo, la forma, la calidad, y las propiedades mecánicas de ejercicio, para las cuales se había proyectado" (Toirac, 2009, p. 3)

Y tan mencionada propiedad no tiene que responder solo al momento del ensayo si no, este valor deberá de cambiar, no hay precedentes de un incremento en el tiempo.

El concreto cuenta con propiedades mecánicas de valor numérico siendo de esta manera útil para el diseño básico y avanzado de cualquier estructura hacha de concreto, ya que estas propiedades son las encargadas de dar los límites al cálculo que se realice para la edificación.

Los valores de las propiedades mecánicas serán dados a través de diversos ensayos según sea lo que se desee hallar, estos ensayos se rigen bajo normas las cuales delimitarán; procedimientos, dimensiones, pautas y pasos importantes a seguir para realizar sin ningún error los ensayos.

Resistencia a la compresión NTP 339.034 – (2008)

"Tiene gran resistencia a la compresión en comparación con otros materiales. […]. Se le puede dar la forma que uno desee haciendo uso del encofrado adecuado." (Harmsen, 2002, p. 20).

Como gran propiedad del concreto indicado también por Harmsen dejando en claro su grna aporte a una edificación, adema de su versatilidad; que de la mano con una presente tecnología e ingeniería de encofrado vanguardista; permite dar vida a una arquitectura ostentosa a la vista y eficiente estructuralmente.

Ahora, la desventaja es la despreciable resistencia a tracción la cual es complementada con el acero corrugado dando origentel al concreto armado para complementar esta deficiencia a la tracción y flexión , reforzando este párrafo con lo dicho por Harmsen.

"Tiene poca resistencia a la tracción, aproximadamente la décima parte de su resistencia a la compresión. Aunque el acero se coloca de modo que absorba estos esfuerzos, la formación de grietas es inevitable." (Harmsen, 2002, p. 21).

En base a la Norma ASTM C39/39M-05.

La ya conocida propiedad del concreto puede variar por las proporciones de la mezcla, donde al aplicarle la carga a la probeta hasta que esta falle y dividirla entre el área comprendida por la sección del cilindro de concreto (NTP 339.034, 2008, p. 3).

Para este ensayo se contemplará probetas cilíndricas de 6" de diámetro y 12" de altura, las cuales entrarán a ser sometidas a la carga cuando estén saturadas en las edades ya establecidas y la carga será aplicada de manera gradual evitando el impacto sobre la probeta, como se muestra en la **Figura 7**, el valor que la maquinaría brinda está en KN que al dividirlo entre el área en m2, se obtiene la resistencia en MPa, las roturas se darán en las siguientes edades: 7, 21 y 28 días y la rotura de probeta que más tiempo ha pasado en el proceso de curado (28 días) dará el valor final de la resistencia a la compresión.

El valor que se obtenga es de suma importancia ya que con ello se calcula las dimensiones estructurales que serán necesarias para soportar las cargas a la que será sometida la estructura que se esté diseñando.

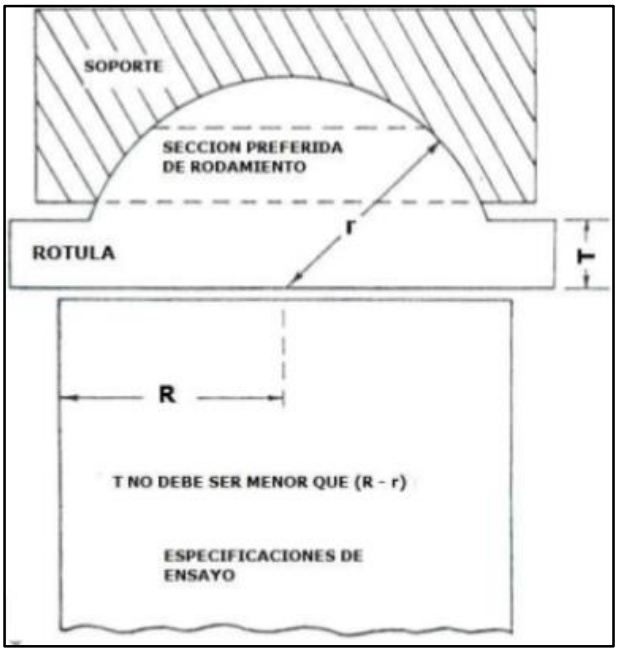


Figura 7. Ensayo a la compresión

Fuente: (NTP 339.304, 2008, p. 8).

Resistencia a flexión con cargas a los tercios NTP 339.078 – (2012)

Esta resistencia debe de alcanzar valores máximos cuando la separación entre columnas es muy amplia por diseño o arquitectura, donde el acero corrugado carga con el trabajo y responsabilidad de mantener es pie la estructura trabajando desde la parte inferior de la viga en el medio vano y en la parte superior en la intersección con las columnas, el concreto sin embargo trabaja en las zonas donde el acero corrugado no tiene aporte, usando su principal propiedad mecánica (resistencia a la compresión) como se muestra en las **Figuras 8 y 9**.

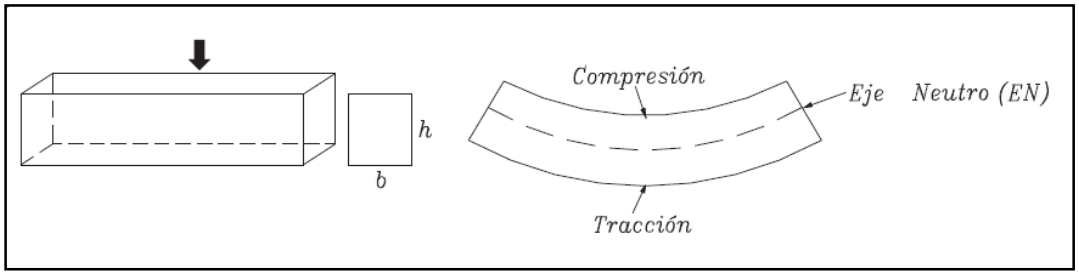


Figura 8. Esfuerzo de flexión, aplicación

Fuente: (Delgado, 2011, p. 28)

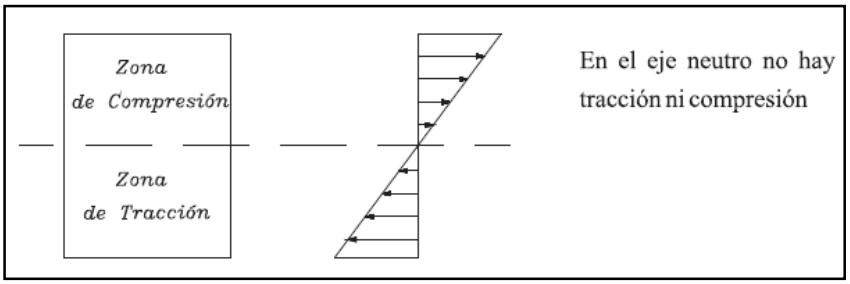


Figura 9. Gráfica de esfuerzo de flexión

Fuente: (Delgado, 2011, p. 28)

Esta norma tiene como base la Norma ASTM C78/C39M-10.

Buscando obtener la resistencia a la flexión, los elementos que se someterán a los ensayos de fuerza están regidos a las normas NTP 339.033 o NTP 339.183 desde la preparación hasta al curado del mismo, el resultado no necesariamente será el mismo y la variación puede ser dada por diversos factores: cómo fue preparado, la saturación de la viga o las dimensiones de la probeta (viga) en caso de esto último, se puede solucionar cortándola a la dimensión deseada en base a los procedimiento de la norma (NTP 339.078, 2008, p. 2).

Esta viga responde las estas dimensiones: 152.4 x 152.4 x 533.4mm, la fuerza será aplicada a una viga simplemente apoyada con un vano de 457.2mm y una presión de carga a 152.4mm de cada extremo hacia el centro, tal como se muestra en la **Figura 10**, la maquinaría dará la carga máxima admisible (en N) hasta el instante en que se produzca la rotura, siendo convertida a MPa y dividirla entre el área de la sección de la viga dará como resultado la resistencia a la flexión. Las edades de rotura son: 7, 21 y 28 días siendo en la última fecha el valor que expresa la resistencia final del concreto.

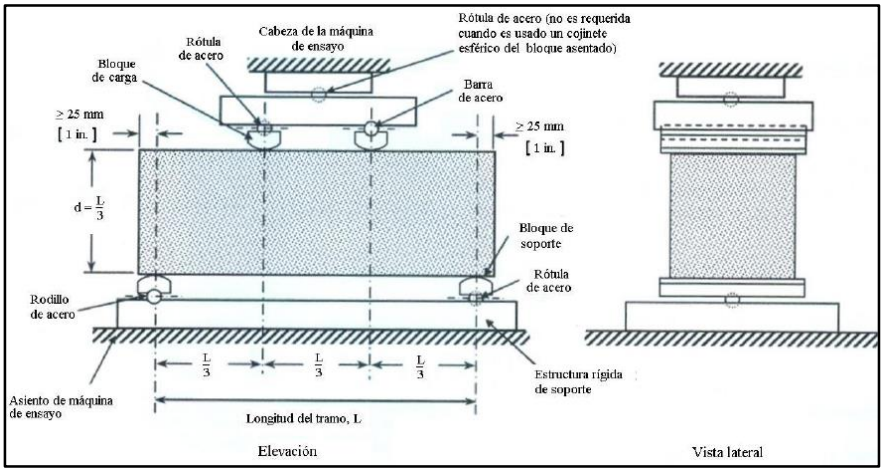


Figura 10. Ensayo a la flexión con carga a los tercios

Fuente: (NTP 339.078, 2008, p. 10).

La inclusión de fibra de acero provoca un incremento de la resistencia residual siendo apreciada al darse la falla en el concreto, como lo mencionado en el artículo n.° 2 de la revista International federation for structural concrete, se marcan las grietas en la viga, pero se elimina la falla por corte, permitiendo la deformación máxima de la viga sin que esta se parta, definiendo con este enunciado que el concreto no tiene aporte a la tracción y las fibras no sufren daño alguno. (Akshay, 2018, p. 365).

Resistencia a compresión diametral (método brasileño) NTP 339.084

Esta norma tiene como base la norma ASTM C – 496.

Mediante este ensayo se busca obtener la resistencia a tracción (despreciable en el concreto tradicional) sometiendo la probeta a una fuerza de compresión aplicada (tangencialmente) a lo largo de toda su longitud. (Institut Tecnológic de Lleida).

Las probetas usadas responden a las siguientes medidas: 0.15m de diámetro y 0.3m de alto y la carga se aplica a la tangente del testigo como se muestra en la **Figura 11**, el ensayo dará la resistencia a tracción en MPa. Los resultados corresponden a las siguientes edades (en días): 7, 21 y 28, siendo la última edad la que dará el valor la resistencia del concreto que se usará en los cálculos, este resultado es de suma importancia ya que este es despreciable en el concreto entonces se necesita saber el nuevo valor.

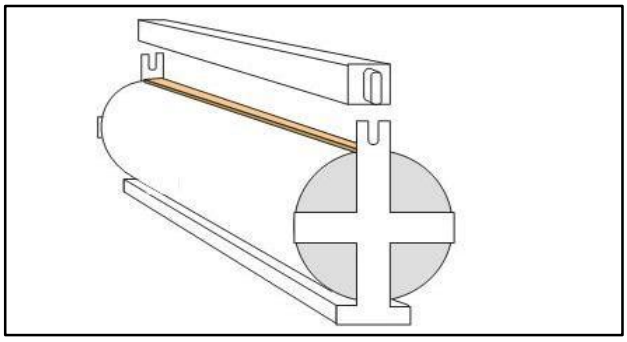


Figura 11. Ensayo a tracción indirecta (método brasileño)

Recuperado de:
https://www.construmatica.com/construpedia/images/0/01/Ensayo_resistencia_a_la_tracci%C3%B3n_indirecta_AP-017.JPG

Estructuras aporticadas

Por lo general para la infraestructura y la industria se usan dos tipos de sistemas aporticados.

El primero es una estructura aporticada metálica muy usual por la rapidez con la que es armada, la versatilidad de en cuanto a uniones y modificaciones sin que estas representen un alza de precios significativo.

Pórticos de perfiles metálicos con el uso de vigas: W, WS, H, I, T, L, Cuadrados, etc. siendo los más comunes los que aparecen en la **Figura 12**, estos elementos se unen a través de pernería directamente o atreves de cartelas, también pueden ser soldados donde habitualmente se pueden encontrar vacíos de geometría triangular, ya que con esta geometría se limita la deformación del elemento conformado. Usualmente usado en la construcción de naves industriales o edificaciones destinadas al almacenaje por su versatilidad y vanos grandes.

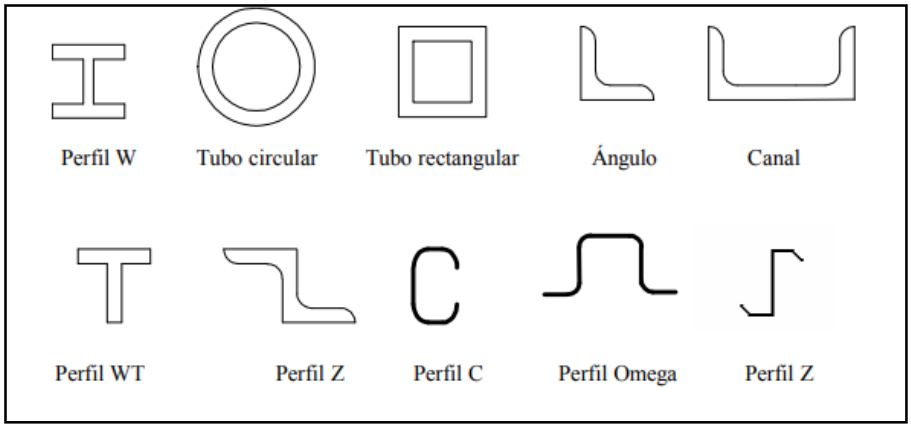


Figura 12. Perfiles estructurales más usados en pórticos metálicos

Fuente: (Bermúdez, 2005, p. 12)

La gran ventaja que tiene el empleo de estructuras metálicas es la fluencia que estas tienen en cuanto a vanos (cuando se cuenta un solo nivel o un último nivel), ya que para cubrir estos vanos emplea cerchas metálicas de altura pronunciada.

"Como se puede apreciar en ella, cuando se alcanza el punto de fluencia el material puede alcanzar grandes deformaciones y aún mantenerse tensado antes de entrar en la zona de endurecimiento por deformación y posteriormente llegar a la rotura". (Bermúdez, 2005, p. 7)

Otro tipo de pórtico es el de concreto armado siendo el concreto quien aporta su gran resistencia a la compresión, y el acero de construcción el cual absorbe la tracción y flexión

(propiedades de valor insignificante en el concreto). conformado por columnas, vigas y losa con ausencia de muro portante siendo mostrada este tipo de estructura en la **Figura 13**, teniendo divisiones de tabiquería de cualquier material sin importar la resistencia a la compresión que estas tengan y estas pueden ser: madera, drywall, divisiones de vidrio templado buscando la arquitectura idónea, etc.

"Se llama así a un conjunto de elementos resistentes que colaboran entre sí para soportar fuerzas o cargas manteniendo en todo momento su equilibrio, es decir todas las fuerzas que actúan sobre la estructura se compensan mutuamente." (Delgado, 2011, p. 23).

De esta manera entonces se buscan columnas que soporten las cargas que la edificación ejerza sin apoyo de un muro portante y luces de dimensiones que permitan un óptimo funcionamiento de las vigas.

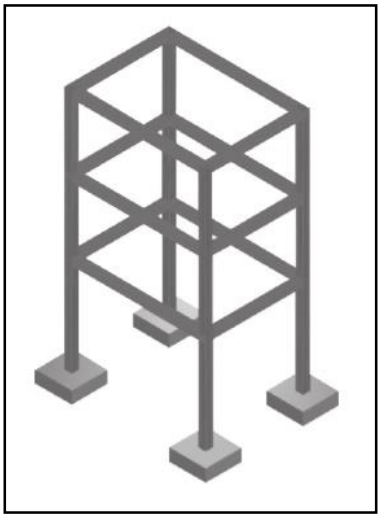


Figura 13. Sistema aporticado de concreto armado.

Fuente: (Delgado, 2011, p. 2)

Diseño estructural óptimo

"El uso de materiales de cementación es muy antiguo. Los egipcios ya utilizaban yeso calcinado y puro. Los griegos y romanos empleaban caliza calcinada y posteriormente, aprendieron a mezclar cal con agua, arena y piedra triturada o ladrillo y tejas quebradas; éste es conocido como el primer concreto de la historia" (Gerardo, 19--, p. 10).

Como es apreciable, conforme pasa el tiempo el hombre va mejorando su forma de vivir y la infraestructura donde éste viva, y está junto con la manera de construirla, así como el material empleado aún se sigue innovando buscando diseños estructurales óptimos.

Definiendo entonces como diseño estructural óptimo a:

- Una reducción de secciones de elementos (vigas, columnas).
- Trabajar con las mismas dimensiones, pero poder separar las columnas a mayor distancia.
- Trabajar con las mismas dimensiones, pero elevar el número de pisos.

Básicamente tener un diseño óptimo enfocado al usuario en cuanto a la economía y a las características de la edificación.

El diseño de la estructura siendo el enfoque las vigas y columnas serán realizados con el libro: Diseño en concreto armado del Ing. Roberto Morales Morales 4ta edición del año 2016, siendo los cálculos aplicados en el presente proyecto de tesis de su total autoría.

La modulación en ETABS permite poder diseñar una estructura arrojando el área de los elementos estructurales, en el caso de las columnas el área de acero mínimo requerido para la funcionabilidad de la estructura, en las vigas ofrece el momento a la que éstas están expuestas para hallar el acero necesario para cumplir los parámetros por el software, siendo esto beneficioso para la búsqueda de los resultados que darán solución y respuesta a las problemáticas planteadas.

Máximo número de pisos admisible

En la Revista de Ingeniería y desarrollo, vol. 30, núm. 2. Menciona las constantes fallas de las viviendas ante eventos sísmicos, ante lo cual la ingeniería está siendo retada a mejorar los diseños, así como también los materiales, evitando así los fatales desenlaces de estos desastres. (2012, p. 2).

Considerando como un diseño óptimo estructural un número máximo de pisos sin involucrar una sección de columna de considerables dimensiones, teniendo como una dimensión patrón la establecida por el concreto tradicional de f´c 210 kg/cm2, ni tener problemas con la deriva, es visible la optimización; con la aplicación del concreto fibroacerado en sus dos dosificaciones; al reducirse las dimensiones.

Gracias al software ETABS este permite plantear pisos típicos para la adición de los mismos, trabajando el fallo de la edificación por la deriva del mismo.

Máxima distancia de vanos libres entre columnas

Considerando como un diseño óptimo estructural una amplia separación entre columnas para tener un gran vano libre de viga sin involucrar una sección de la misma de considerables dimensiones, teniendo como una dimensión patrón la establecida por el concreto tradicional de f´c 210 kg/cm2, así como también una cantidad de acero corrugado necesario para suplir el momento generado, es visible la optimización; con la aplicación del concreto fibroacerado en sus dos dosificaciones; reduciendo las dimensiones de la viga así como también supliendo la cantidad de barras de acero.

Economía

Al ser de carácter monetario, establece parámetros claros en cuanto a la conveniencia del uso del concreto tradicional o el fibroacerado considerando ambas dosificaciones de este último en una edificación de sistema aporticado.

Básicamente buscando que la edificación sea beneficiosa para la persona inversora o dueño de la vivienda, el beneficio puede ser visto desde distintos puntos como:

Optimización: Reduciendo los costos en cuanto al volumen de concreto usado en la edificación, contemplando que la mejora en este caso se daría naturalmente por la adición de fibra de acero sea la proporción que sea, la cual también se tendrá que considerar en el precio de la nueva estructura para de esta manera tener precios que comparar.

Mejora: En esta evaluación se buscará elevar el número de pisos de esta manera que la edificación sea efectiva y funcional con el concreto tradicional y luego cuan mejorada es con el uso de fibras de acero, y comparar en este caso no un ahorro si no, un tema bastante buscado de costo – beneficio.

Formulación del problema

Para Behar:

> Es el resultado de una profunda y serena reflexión realizada por el investigador después de haber revisado detalladamente la literatura correspondiente (antecedentes teóricos y empíricos) e interiorizado los principales conceptos y proposiciones teóricas que le permiten formular con toda claridad y dominio el problema que se pretende resolver con la investigación. (2008, p. 27).

Después de haber encontrado el problema que suscita en la investigación lo consiguiente es plantear la formulación del o de los mismos para para esquematizarlos.

Problema general

¿De qué manera influye el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado en un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra – 2019?

"Inserción interrogativa, […] consiste en idear e insertar preguntas implícitas en un texto para que el texto proporcione respuestas. […]" (Walliman, 2011, p. 139)

Problemas específicos

¿Cuáles son las limitaciones del concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 con respecto al número de pisos y vanos libres entre columnas en edificaciones de Puente Piedra – 2019?

¿Qué se logra con el concreto fibroacerado con respecto al número de pisos y vanos libres entre columnas en edificaciones de Puente Piedra– 2019?

¿Qué resulta más económico, el uso del concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 o el fibroacerado para un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra – 2019?

Justificación del estudio

"Contiene los argumentos fundamentales que sustentan la investigación a realizar, enfatizando aquellos de carácter técnico y social principalmente. Responde a la pregunta ¿Por qué y para qué realizar la investigación?" (Behar, 2008, p. 27)

Toirac sostiene:

> Las exigencias impuestas a los hormigones se han incrementado en los últimos tiempos debido a la necesidad de obtener edificaciones de mayores resistencias a las acciones mecánicas, […]. Todo ello ha conducido a que los tecnólogos del hormigón en el mundo realicen estudios sobre los materiales, dosificaciones y tecnologías de colocación, de tal manera que se cumplimenten los parámetros exigidos por cada proyecto. (2009, p. 466 y 467).

Por ende, proyecto de investigación pretende cubrir la necesidad de contar con estructuras que soporten mayor peso y cubrir las grandes luces sin incrementar la sección de sus elementos estructurales, es por ellos que se necesita evaluar ambas condiciones del concreto: el concreto fibroacerado y el tradicional.

Con una base de conocimientos acerca de la resistencia a la compresión del concreto con fibra de acero, se busca tener una mayor capacidad portante con la misma área de columna, así como también el aumento de resistencia a la flexión y tracción pudiendo suplir los excesivos peraltes y/o columnas al medio de los vanos hoy necesarias para cubrir dichas luces. Adicional a la mejora estructural que se busca también se busca una compensación económica o una relación costo – beneficio.

A su vez un gran aliciente, es que el presente proyecto de investigación formará parte de un compendio de investigaciones que será usado en beneficio de una mejora para la edificación moderna, la cual urge de innovación con respecto al concreto tradicional ya que, "Desde hace algunos años se ha investigado el uso de diferentes tipos de fibras para reforzar concretos y morteros, con el fin de suplir la carencia en cuanto a resistencia a la tensión de este tipo de materiales cerámicos […]" (Ortega, año, p. 3)

En el artículo Clay building material and their properties, se está enfocando el trabajo en realizar la manipulación de la arcilla sin quemar esta la llamada artesanal que se seca a la temperatura ambiente, siendo que este bloque no tiene una buena capacidad portante es que se emplea el uso del concreto, pero en zonas de difícil acceso al material noble aún se emplea el uso de los bloques de arcilla y conociendo el poco aporte de estos se realizan investigaciones con el fin de mejorarlos, adicionales, aditivos o el uso de material reciclado es parte de la investigación siendo un aporte importante tanto de propiedades mecánicas como al medio ambiente en la reutilización de materiales. (Zabicková, 2015, p. 247).

De esta manera queda expuesto que, ante la necesidad de un bien mayor, para la sostenibilidad estructural se estudia y experimenta los materiales conocidos dotándolos de nuevos y en otros casos materiales comunes para el mejoramiento de la mezcla ya sea del concreto y en el caso del párrafo anterior, una mejora de los bloques de arcilla

Hipótesis

> "[…] es el eslabón necesario entre la teoría y la investigación que nos lleva al descubrimiento de nuevos hechos. […]." (Behar, 2008, p. 31)

Pudiendo ser estos beneficiosos para la investigación realizada, cumpliendo la solución a la problemática planteada o en caso contrario dejar en claro las falencias que presentó el uso de alguna variable.

Hipótesis general

El concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado tienen mucha influencia en un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra – 2019.

Hipótesis específica

El concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 presenta limitaciones estructurales con respecto al número de pisos y vanos libres entre columnas en edificaciones de Puente Piedra – 2019.

Con el concreto fibroacerado se logra un mayor número de pisos, así como vanos de mayor distancia entre columnas en edificaciones de Puente Piedra – 2019.

El uso del concreto fibroacerado resulta más económico que el tradicional de f´c=210 kg/cm2 en la búsqueda de un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019.

Objetivos

Para Behar el objetivo es:

> Es consecuencia del planteamiento del problema, delimita aquella parte de la realidad que interesa estudiar. La precisión del investigador, en este sentido, se demuestra en la redacción minuciosa y cuidada con la cual formula el objeto de estudio. Responde a la pregunta ¿Qué parte de esa realidad deseo investigar? (2008, p. 29).

Entonces, siguiendo con el esquema de la formulación del problema y con los antecedentes de los trabajos realizados se plantean los objetivos de la investigación, expresando lo que se llegará en la investigación.

Objetivo general

Determinar la influencia del concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado en un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra – 2019.

Objetivos específicos

Establecer las limitaciones que tiene el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 con respecto al número de pisos y vanos libres entre columnas en edificaciones de Puente Piedra – 2019.

Hallar el máximo número de pisos y los vanos libres máximos entre columnas resultantes con el concreto fibroacerado en edificaciones de Puente Piedra – 2019.

Establecer la opción más económica entre usar el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 o el fibroacerado en la búsqueda de un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra – 2019.

II. MÉTODO

“La metodología es el análisis teórico y sistemático de los métodos aplicados a un campo a estudiar. Comprende el análisis teórico del conjunto de métodos y principios asociados con una rama de conocimiento. […]” (Ifeanyi, 19xx, p. 4)

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

“[…] también recibe el nombre de práctica, activa, dinámica. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren. […]. Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas” (Behar, 2008, p. 20)

En el presente proyecto de investigación se tomarán los datos de los ensayos que se realizarán en las probetas cilíndricas, las vigas prismáticas, hallando la resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción respectivamente para posteriormente aplicarlos en el diseño de estructuras aporticadas y delimitar respuestas en base a las propiedades mecánicas con el concreto tradicional y el fibroacerado.

Con los valores arrojados o dados por el laboratorio se procederá con el uso de estos datos para el diseño de una edificación planteada por el investigador, llevando al límite el concreto tradicional exigiéndola al máximo, para observar un cambio una mejora en la edificación, todo esto usando conocimiento ya usado, tomándolo en cuenta para la presente investigación.

Bajo la premisa hecha por Behar y el proyecto al tener las características ya mencionadas, es sustento significativo para definirla como investigación aplicada.

Diseño de investigación

“En los estudios experimentales el investigador manipula las condiciones de la investigación. […].” (Behar, 2008, p. 19)

El presente proyecto de investigación se cuenta con las variables independientes: concreto fibroacerado con dos proporciones de fibra de acero y el concreto tradicional, dichas variables serán manipuladas; esta manipulación consta en la dosificación de la fibra de acero; para generar cambios en la variable dependiente: diseño estructural óptimo; la cual variará en base a las propiedades del concreto tradicional así como con las nuevas

propiedades adquiridas del concreto por la adición de fibra de acero. Por consiguiente, el diseño de investigación es experimental.

Nivel de investigación

"[…], se trata de responder o dar cuenta de los porqué del objeto que se investiga. Además de describir el fenómeno tratan de buscar la explicación del comportamiento de las variables. […]." (Behar, 2008, p. 21 y 22).

Con la premisa hecha, la investigación es explicativa ya que se contará con resultados cuantitativos que por sí solos no expresan una legible respuesta a la problemática, para la interpretación de los mismos tendrán que ser explicados por el investigador mediante comparaciones y/o análisis de las nuevas muestras y la aplicación de las mismas.

Enfoque de investigación

"Como la palabra lo indica, la investigación cuantitativa tiene que ver con la "cantidad" y, por tanto, su medio principal es la medición y el cálculo. En general, busca medir con referencia a magnitudes. […]" (Niño, 2011, p. 30).

Con el enunciado de Niño, se puede definir que el enfoque es cuantitativo ya que los ensayos que se realizarán arrojarán resultados con valor numérico cuantificable, haciendo posible la verificación de datos y la comparación de los mismos determinando donde se hallan mejoras o deficiencias en las muestras. Así como también el uso de estos datos para el diseño de una edificación donde las mejoras también son medibles: numéricamente en la cantidad de pisos y en metros para la separación máxima entre columnas.

Según el artículo Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo, se expone que a pesar contar con puntos similares establece los parámetros a regirse para definir una investigación como cuantitativa, en ambos casos se usa la observación y el análisis de información para plantear hipótesis y la proposición de nuevas evaluaciones para genera más evaluaciones de ser necesarias para dejar en claro los valores encontrados, esto acompañado de puntos muy marcados como el uso de datos numéricos para la obtención de datos, también numéricos estos últimos mencionados, las variables en esta investigación tiene que ser medibles para observar el cambio en estas, por ende las conclusiones numéricas también definirán los resultados como valor numérico. (Malagón, 2014, p. 525).

2.2. Operacionalización de variables

Variables

Puede definirse como variable de una investigación aquella cualidad que de manera útil se relaciona con las demás variables (Sabino, 1992, p. 62).

- (V.I.) Concreto tradicional
    - Ensayos al concreto endurecido
    - Ensayos al concreto fresco
- (V.I.) Concreto fibroacerado
    - Dosificación de fibra de acero
    - Ensayos al concreto endurecido
    - Ensayos al concreto fresco
- (V.D.) Diseño estructural óptimo
    - Estructura aporticada
    - Economía

En el artículo Metodología de investigación evaluativa, se expresan puntos clave que debe de cumplir una investigación para ser esta cuantitativa, siendo esta investigación definida por experimentalista con la total y completa manipulación de las variables a tal punto de provocar cambios en la variable que se desea emplear y teniendo un fin explicativo para el entendimiento de la investigación, la investigación está orientada al producto o resultado de la misma no al proceso que se siguió y por último, las variables deben de ser definidas y operacionalizadas previas al procedimiento y análisis de resultados, estructurando toda la investigación a un solo enfoque. (Bausela, 2004, p. 186).

Las variables, dimensiones e indicadores son mostrados en la **Tabla 6**.

Tabla 6. *Operacionalización de variables. Análisis comparativo entre el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado para determinar un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019.*

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	MEDICIÓN
Independiente	Concreto tradicional	"El concreto es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, agregados y agua" (Gonzáles, 2005, p. 31). Y para esta investigación se usará un concreto de f´c= 210 kg/cm2.	La variable será ensayada a compresión, tracción y flexión en su estado endurecido y será medido el asentamiento, temperatura y peso unitario en su estado fresco y usar estos resutados como patrón.	Ensayos al concreto endurecido	Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339.034)	En Mpa equivalente a 10.197 kg/cm2, valor obtenido de la división de la fuerza aplicada a la probeta entre el área que la norma preestablesca al momento de falla de la probeta.
					Resistencia a la tracción	Ensayo de tracción indirecta (método brasileño)	
					Resistencia a la flexión	Ensayo de resistencia a la flexión (NTP 339.078)	
				Ensayos al concreto fresco	Asentamiento	Ensayo de medición del asentamiento (NTP 339.035)	En pulgadas, utilizando el cono de abrams para determinar cuanto desciende el concreto vertido en él.
					Temperatura	Ensayo para determinar la temperatura de la mezcla (NTP 339.184)	En grados acercado al 0.5°C, el cual indicará la temperatura del concreto.
					Peso unitario	Ensayo para determinar la densidad, rendimiento y contenido de aire (NTP 339-046)	La densidad en kg/m3, rendimiento en m3, contenido de aire en (%).
Independiente	Concreto fibroacerado	Será considerado concreto fibroacerado al concreto (f´c=210 kg/cm2) con adición de fibras de acero, siendo el empleo de la macrofibra "SIKA® Fiber CHO 80/60 NB", sin importar la cantidad de esta en la dosificación	La variable será ensayada a compresión, tracción y flexión en su estado endurecido y será medido el asentamiento, temperatura y peso unitario en su estado fresco, todos estos ensayos para ambas dosificaciones de fibra de acero permitiendo asi la observación de los cambios que existan.	Dosificación de fibra de acero	0.50%	Pesaje de las fibras por porción de concreto	Verificación del peso de fibra de acero en kg. a agegarse a la mezcla de concreto.
					2.00%		
				Ensayos al concreto endurecido	Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión (NTP 339.034)	En Mpa equivalente a 10.197 kg/cm2, valor obtenido de la división de la fuerza aplicada a la probeta entre el área que la norma preestablesca al momrnto de falla de la probeta.
					Resistencia a la tracción	Ensayo de tracción indirecta (método brasileño)	
					Resistencia a la flexión	Ensayo de resistencia a la flexión (NTP 339.078)	
				Ensayos al concreto fresco	Asentamiento	Ensayo de medición del asentamiento (NTP 339.035)	En pulgadas, utilizando el cono de abrams para determinar cuanto desciende el concreto vertido en él.
					Temperatura	Ensayo para determinar la temperatura de la mezcla (NTP 339.184)	En grados acercado al 0.5°C, el cual indicará la temperatura del concreto.
					Peso unitario	Ensayo para determinar la densidad, rendimiento y contenido de aire (NTP 339-046)	La densidad en kg/m3, rendimiento en m3, contenido de aire en (%); para obtener: el peso del volumen a utilizarse, la cantidad a comprar y relacion de vacios.
Dependiente	Diseño estructural óptimo	Un diseño estructural óptimo refiere al que cuenta con elementos estructurales de dimensiones no muy pronunciadas pero que cumplan con los requerimientos del proyecto y a su vez tratar de ser económico.	Esta variable será afectada por las variables antes mencionadas, haciendo distintos los valores de: número de pisos, vanos libres y la economía del proyecto que se ejecutará. La edificación será en ***concreto armado***, ya sea en el tradicional o el fibroacerado	Estructura aporticada	Número de pisos	Diseño y modulación	Predimencionamiento y diseño de una edificación en con verificación en software especializado en análisis estructural.
					Vanos libres	Diseño y modulación	Predimencionamiento y diseño de una edificación en con verificación en software especializado en análisis estructural.
				Economía	Costo del material	Metrado del concreto	Análisis de costos para establecer la conveniencia entre los precios de los materiales que intervengan usando las varibles.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población y muestra

Behar dice:

> La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Se puede decir que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus necesidades al que llamamos población. De la población es conveniente extraer muestras representativas del inverso. […] (2008, p. 51).

Población

La población serán las probetas cilíndricas y las vigas prismáticas a usarse en los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y flexión respectivamente.

Muestreo

El muestreo no probabilístico "Es la técnica que permite seleccionar muestras con una clara intención o por un criterio preestablecido […]" (Niño, 2011, p. 58).

"Muestreo intencionado: […]. El investigador selecciona los elementos que a su juicio son representativos, lo que exige un conocimiento previo de la población que se investiga" (Behar, 2008, p. 53).

Entonces el muestreo no responde a la selección probabilística, será intencionado ya que la muestra estará regida al criterio del investigador no seleccionada al azar, el conocimiento de la población y la necesidad de la misma serán puntos importantes para esta selección.

Unidad de análisis

"[…]. Por otra parte, la muestra cualitativa es la unidad de análisis o conjunto de personas, contextos, eventos o sucesos sobre la cual se recolectan los datos […]" (Behar, 2008, p. 52).

Con la delimitación hecha por Behar se puede definir qué; la unidad de análisis es el concreto en sí, ya que se estará usando el mismo con variaciones propias hechas por el investigador.

Muestra

La muestra al ser elegida con juicio del investigador son las 54 probetas cilíndricas y 9 vigas prismáticas que se ensayarán.

2.4. Técnica

"La investigación no tiene sentido sin las técnicas de recolección de datos. Estas técnicas conducen a la verificación del problema planteado. […]" (Behar, 2008, p. 55).

Técnica de investigación

Para definir la técnica usada, Niño dice acerca de la práctica de observación:

> […] es necesario preparar un plan de observación, acorde con el proyecto de investigación y su cronograma, en que se prevean aspectos como: observador(es), [...] fenómenos u objetos observados, fecha, […], tiempos de observación, aspectos por observar (proceso, resultados, recursos o materiales, contenido, cualidades, comportamientos, interacciones, etcétera). (2011, p. 94).

La técnica usada será la observación sistemática y mediante este se podrá anotar los resultados dados por cada ensayo, la variación de resistencias en las distintas edades que requiera el concreto, esta técnica es la idónea porque se necesitarán tomar los datos de todos los cambios (físicos y mecánicos) en el concreto, en el tradicional y en el fibroacerado contemplando ambas dosificaciones.

Estos valores al ser implantados en el diseño de la edificación en el software ETABS, el proceso sigue alineado a la observación ya que los cambios que se vallan dando en la edificación; básicamente en las derivas; se tomarán como dato para la elaboración de las respuestas a las problemáticas planteadas, las conclusiones y las recomendaciones.

Instrumentos de recolección de datos

"[…] los instrumentos tienen como función "capturar los datos o la información" requerida con el fin de verificar el logro de los objetivos de la investigación, medir las variables y validar la hipótesis, en caso de que se complementen" (Niño, 2011, p. 87).

Este instrumento tendrá que cumplir con las solicitudes que el proyecto de investigación busca recolectar, contando con parámetros correlacionados en cuanto a los ensayos a realizarse, básicamente: edad, nomenclatura o código designado de la muestra, resultado (valor numérico), observaciones y ubicación de laboratorio, la ficha adoptada fue la que usa el laboratorio para no alterar la armonía y el orden con el que ya acostumbrado a trabajar la universidad Villa Real.

Validez del instrumento de recolección de datos

La validez del instrumento será dada por el especialista de la institución donde se realizan los ensayos o el ingeniero a cargo de la universidad, afirmando que la ficha para la recolección de datos es la adecuada para los resultados que se hallarán.

Ya que se usará la ficha de la misma universidad, la firma será dada en las hojas de los resultados.

Validación

"Validez: indica la capacidad de la escala para medir las cualidades para las cuales ha sido construida y no otras parecidas. […] Una escala tiene validez cuando verdaderamente mide lo que afirma medir" (Behar, 2008, p. 73)

El proyecto de investigación se declara como válido cuando el especialista de la materia defina que cada proceso se ha cumplido, los ensayo y procesos realizados en el laboratorio necesita la validación del especialista que desarrolle el ensayo, como: concreto, suelos, resistencia de materiales, etc.

Confiabilidad

"[…] es una exigencia básica, por cuanto asegura la exactitud y la veracidad de los datos. Para que sea confiable un instrumento, este debe medir con veracidad al mismo sujeto participante en distintos momentos y arrojar los mismos resultados. […]" (Niño, 2011, p. 87).

Este punto está relacionado con la maquinara donde se realizarán los ensayos, estas necesitan estar calibrados, las maquinarias usadas en los procedimientos tienen que contar con una calibración cada determinado tiempo (establecido por el fabricante), de esta manera se garantizará los resultados como valores irrefutables, sin lugar a error máquina.

2.5.Procedimiento

El diseño de la mezcla dependerá de los materiales usados en la elaboración de la este, por ende, son realizados ensayos que permitan conocer las propiedades del concreto en su estado fresco y endurecido.

El artículo n.° 1 (de la revista avances en la ingeniería civil) indica que cuando se elabora la mezcla con la proporción necesaria para que el diseño cumpla los parámetros buscados, tienen que ser garantizados: resistencia a la compresión, la manejabilidad o en casos de ser necesario, retardantes o acelerantes del concreto, estos último como aditivos también responden a una cantidad proporcional al total de la mezcla siendo en conjunto con: la arena, la piedra, el agua y el cemento; dan una tanda según la evaluación de los materiales ya mencionados, además el autor de este artículo hace ahínco en la relación existente entre el agua y el cemento, ya que esta relación podrá es importante para obtener una buena resistencia del concreto y el precio del mismo (Mahmound, 2019, p. 5)

Agregado grueso, piedra chancada

De manera general, el agregado grueso tiene las siguientes características:

Medida : 1/2"

Marca : Unicon

Cantera : Jicamarca

No hubo un análisis para la selección de esta marca que implique de alguna manera una mejora en el concreto o un precio más bajo, el único punto a su favor es la homogeneidad que ofrece la empresa de concretera, la presentación viene en bolsas de 40 kg. mostrado en la **Figura 14.**

Figura 14. Agregado fino y grueso

Fuente: Propia

Los valores de gravedad específica, delimitados con la norma ASTM C – 128.

- Peso específico : 2.770 gr/cm3
- Peso específico saturado : 2.805 gr/cm3
- Peso específico aparente : 2.871 gr/cm3
- Absorción : 1.27% por/ciento

El análisis granulométrico por tamizado, alineado a la NTP 400.012, arroja valores de:

- Módulo de fineza : 6.09
- Tamaño máximo : 3/4" pulgadas

Correspondiente a los pesos unitarios:

- Peso unitario suelto : 1500 kg/m3
- Peso unitario compactado : 1633 kg/m3

Agregado fino, arena gruesa

Como agregado fino comúnmente (arena gruesa), marca Unicon.

No hubo un análisis para la selección de esta marca que implique de alguna manera una mejora en el concreto o un precio más bajo, el único punto a su favor es la homogeneidad que ofrece la empresa de concretera, la presentación viene en bolsas de 40 kg. mostrada en la **Figuras 15.**

Figura 15. Agregado fino y grueso

Fuente: Propia

Los valores de gravedad específica, delimitados por la norma ASTM C – 128.

- Peso específico :2.622 gr/cm3
- Peso específico saturado :2.650 gr/cm3
- Peso específico aparente :2.697 gr/cm3
- Absorción :1.14 % por/ciento

El análisis granulométrico por el tamizaje, delimitado por la NTP 400.012, arroja valores de:

- Módulo de fineza :2.73

Correspondiente a los pesos unitarios:

- Peso unitario suelto : 1449 kg/m3
- Peso unitario compactado : 1765 kg/m3

Cemento, portland Tipo I

El cemento escogido es de la marca SOL, la bolsa de 42.5 kg que se muestra en la **Figura 15**, la marca escogida no fue por una selección de precio, marca o record de ventas, solo se seleccionó la marca habida en el lugar de venta más cercano al laboratorio.

Fibra de acero SIKA FIBER CHO 80/60 NB

Figura 16. Fibra de acero SIKA FIBER CHO 80/60 NB

Fuente: Propia

La variable independiente es el presente trabajo de investigación es la fibra de acero, y esta es comercialmente conocida como SIKA FIBER CHO 80/60 NB vendida en bolsa de papel en su presentación de 20 kg. Como se aprecia en la **Figura 16.**

Diseño de mezcla

Concreto tradicional

Correspondiente a:

- Resistencia a compresión : 210 kg/cm2
- Asentamiento : 3” – 4”
- Relación agua/cemento : 0.60

Porcion por metro cúbico de mezcla:

- Cemento : 376.6 kilogramos
- Agua : 226 litros
- Agregado fino : 847.4 kilogramos
- Agregado grueso : 918.9 kilogramos

Porciones en peso:

- 1: 2.25: 2.44 / 25.4 litros/bolsa

Porciones en volumen:

- 1: 2.33: 2.43 / 25.4 litros/bolsa

Concreto fibroacerado al 0.5%

Correspondiente a:

- Resistencia a compresión : 255 kg/cm2
- Asentamiento : 3” – 4” pulgadas
- Relación agua/cemento : 0.60

Porcion por metro cúbico de mezcla:

- Cemento : 377.2 kilogramos
- H2O : 226.3 litros
- Arena gruesa : 844.9 kilogramos
- Piedra chancada : 912.8 kilogramos
- Fibra metálica : 11.8 kilogramos

Porciones en peso:

- 1: 2.24: 2.42: 0.0314 / 25.4 litros/bolsa

Porciones en volumen:

- 1: 2.31: 2.42: 0.006 / 25.4 litros/bolsa

Concreto fibroacerado al 2%

Correspondiente a:

- Resistencia a compresión	: 203	kg/cm2
- Asentamiento	: 3” – 4”	pulgadas
- Relación agua/cemento	: 0.60	

Porción por m3 de mezcla:

- Cemento	: 377.6	kilogramos
- H2O	: 226.6	litros
- Arena gruesa	: 831.9	kilogramos
- Piedra chancada	: 903.6	kilogramos
- Fibra metálica	: 35.4	kilogramos

Porciones en peso:

- 1: 2.20: 2.39: 0.0938 / 25.5 litros/bolsa

Porciones en volumen:

- 1: 2.31: 2.42: 0.0179 / 25.5 litros/bolsa

Elaboración de la mezcla

NOTA: El procedimiento que se realiza en este ítem se repetirá en los demás diseños, el concreto patrón que se denominó con la abreviatura **“ct”,** este a diferencia de los dos diseños es la fibra de acero Sika® Fiber CHO 80/60 NB que se incluirán en un 0.5 y 2.0%, y las llamaremos **“cf 0.5% y cf 2%”** respectivamente.

Se pesó el agregado según el diseño establecido por el especialista, mostrado en las **Figuras 17, 18 y 19** viéndose: la arena gruesa, piedra chancada de 1/2” (pulgada), cemento y el agua para el concreto elaborado de manera tradicional.

La fibra seleccionada para esta investigación cuenta con una versatilidad de inclusión a la mezcla que se describe a continuación:

- Si se compra concreto premezclado: la fibra se agregará directo en la tolva del mixer al llegar a la obra, ya que no necesita de mano de obra especializada y el procedimiento se realiza en base a las siguientes recomendaciones de expuestas en la ficha técnica, mantener el mixer rotando a alta velocidad (12 revoluciones por minuto y si es posible más), echar como máximo 60 kilos de fibra cada 60 segundos retirando la bolsa de papel en la que vienen las fibras, cuando se termine de hechar la cantidad requerida, mezclar por 5 minutos más, la inspección solo es visual, de ver una heterogénea la mezcla seguir mezclando por medio minuto más y repetir este último paso las veces necesarias.
- Si se usa una mezcladora de concreto lanzar las fibras directamente a la entrada de la mezcladora y cuando la mezcla de señales de homogenización entre los materiales mezclar por medio minuto más por pie cúbico que haya de concreto en la mezcladora.
- La presentación de la fibra usada es similar a las grapas unidas en cantidades variables, pero esto no representa un problema ya que este “pegamento” se elimina provocando que se separen las fibras y esta disolución del pegamento no afecta al diseño de mezcla.

Figura 17. Pesaje de agregados fino y grueso

Fuente: Propia

Figura 18. Pesaje de cemento y agua

Fuente: Propia

Figura 19. Material para trabajo

Fuente: Propia

La pesa la fibra usada, correspondiente al 0.05 y 2% de aditivo con respecto al peso del metro cúbico del concreto, mostrado en las **Figuras 20 y 21.**

Todo el material se pesó llegando a la cantidad solicitada por el especialista, el material deberá de estar en recipientes que pueden ser cargados fácilmente para su posterior ingreso a la mezcladora, evitando así problemas de pérdida de material al tener dificultades para ser cargado, estos cambios podrían afectar al diseño de mezcla. Además, se tiene que proteger la ergonomía del investigador y no alzar pesos excesivos al momento de alzar los baldes o recipientes usados en la elaboración de la mezcla.

Figura 20. Fibra de acero al 0.5%

Fuente: Propia

Figura 21. Fibra de acero al 2%

Fuente: Propia

Para el concreto con fibra de acero, la inclusión de dicha fibra se hizo cuando la mezcla tenía un aspecto homogéneo, y se continuó mezclando medio minuto adicional para una perfecta homogenización.

La fibra metálica se agregó manualmente como se puede ver en la **Figura 22.**

Figura 22. Incorporación de Fibra de acero.

Fuente: Propia

La mezcla fue vaciada en un buggy para trabajar con esta, visualmente hay diferencias entre estos diseños, que se muestra en la **Figura 23.** Y es apreciable contaminación en la mezcla, siendo que a mayor sea el porcentaje de fibra, se ve más tosca, pero sin perder de la homogeneidad.

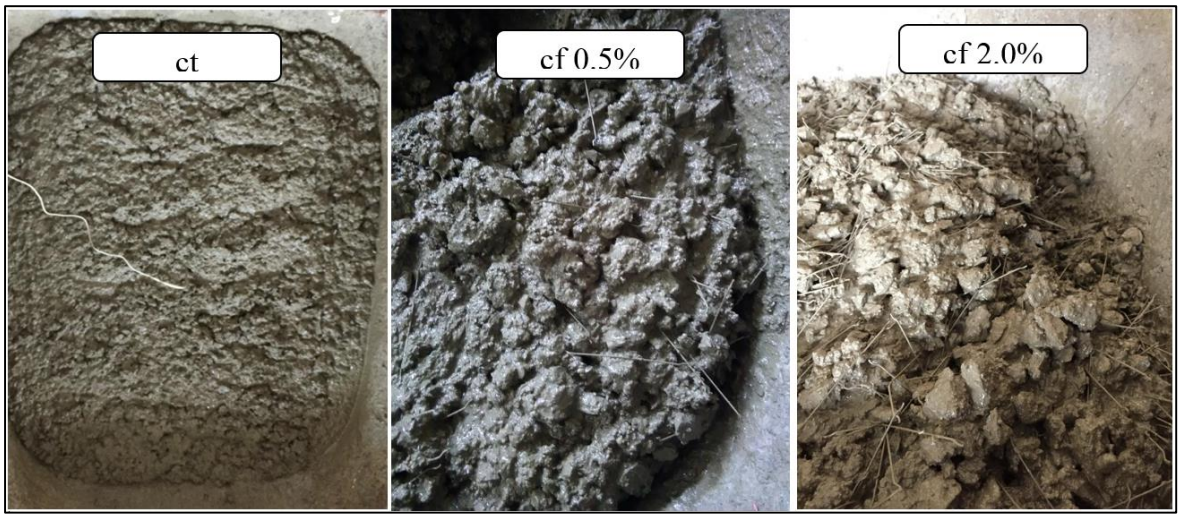


Figura 23. Diferencia visual entre diseños.

Fuente: Propia

Teniendo lista la mezcla, continuamos con lo establecido en la NTP 339.036 (1999), Hormigón. Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco. Continuamos con los ensayos al concreto en su estado fresco, y las probetas cilíndricas para hallar la nueva resistencia siguiendo los procedimientos y parámetros tomados de la norma.

Principales parámetros:

- Tiempo : La elaboración de las probetas no pueden tardar más de 15 minutos.
- Ensayos : Siendo ensayos al concreto fresco, estos no pueden tardar más de 5 para cada ensayo, asentamiento, así como para el contenido de aire.
- No realizar : Movimientos bruscos, exposición a agentes como el viento, sol u otros que provoquen una acelerada eliminación de líquido (evaporación), ni la contaminación de la muestra con adherido de agua o agregado sea fino o grueso.

  En este último item no se tubo complicaciones ya que al ser realizados (los ensayos) en el laboratorio no se utilizó transporte de la mezcla post-vaciado a otro lugar, y no contaba con agentes externos como sol o viento por permanecer dentro del laboratorio de la universidad Villa Real.

Ensayos al concreto fresco

Dando las propiedades físicas del concreto no para diseño, pero imprescindibles para su manipulación y garantizar los resultados de las propiedades mecánicas.

Ensayo de medición del asentamiento NTP 339.035 – (1999)

Garantizando la manipulación del concreto en cuestión, son usadas las herramientas manuales mostradas en la **Figura 24.**

Figura 24. Herramientas usadas en ensayo de SLUM.

Fuente: Propia

Se vacía el concreto en el cono de abrams en 3 etapas, con 25 golpes (inserciones en el concreto) con la barra lisa llamado apisonado del concreto; en la capa inicial la inserción de la barra llega hasta la base, pero en las siguientes la barra no llega a la base, solo penetra ligeramente en la capa previa; los golpes empiezan en el perímetro del molde y se va avanzando hacia el centro del mismo en forma de espiral, muestrado en la **Figura 25.**

La capa final fue llenada en exceso, ver la **Figura 26** para que cuando se realice los 25 golpes finales este no descienda dejando un vacío desde el borde del molde y posteriormente se enrasa dejando liso la superficie.

El diseño de mezcla presentado se está conservando el SLUMP entre 3 y 4 pulgadas para no tener problemas de cangrejeras durante el vaciado en la edificación, tomándose esta precaución ya que en la elaboración de los antecedentes se constató que el asentamiento del concreto al agregase fibra de acero desciende en comparación a la mezcla sin fibra.

De tal manera el uso de investigaciones pasadas fue un gran aporte para no cometer errores de diseño desestimando el uso del concreto desde un inicio por la trabajabilidad del mismo.

Figura 25. 25 golpes por capa.

Fuente: Propia

Figura 26. Enrasado en última capa.

Fuente: Propia

El resultado de este ensayo es medido al retirar el cono y comparando este cono con la mezcla medir cuanto es el descenso usando como nivel la barra para el apisonado y la wincha, la precisión de la medida se aproxima a los 0,5 cm. o 1/4" (de pulgada). Los resultados obtenidos son mostrados en la **Figura 27.**

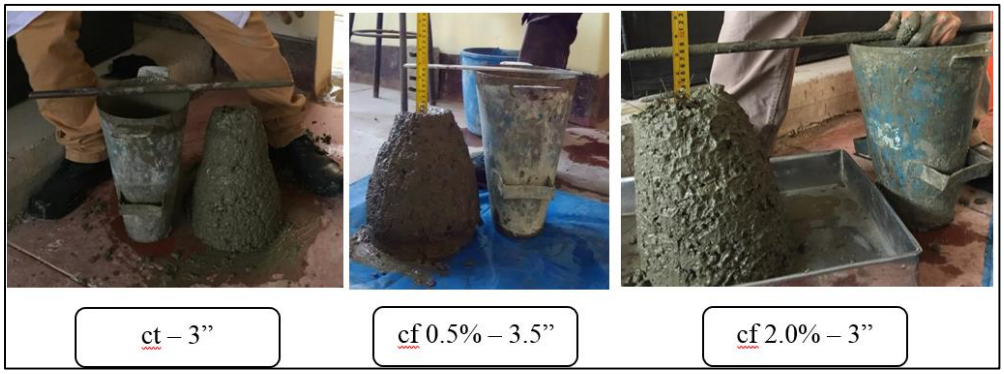


Figura 27. Resultado de ensayo de SLUM.

Fuente: Propia

Contenido de aire por el método de presión ASTM C231

Es necesario el instrumento medidor de aire que se muestra en la **Figura 28** y también algunas herramientas manuales como: martillo de goma, barra lisa de 1.6cm (5/8 de pulgada) de diámetro, una regleta lisa para el rasado y una jeringa plástica para adherir agua al medidor.

Las herramientas e instrumentos que tendrán contacto con el concreto en su estado fresco deberán de haber sido sumergidas en agua, y posteriormente haber ser lavadas al terminar su uso para evitando así que el concreto se adhiera a las herramientas.

Figura 28. Medidor de aire.

Fuente: Propia

Realizándose el vaciado en el contenedor del medidor de aire en 3 etapas, introduciendo 25 veces la barra lisa apisonando el concreto seguido de 10 a 15 golpes con el mazo de goma con la fuerza necesaria para llenar los poros; en la capa inicial los golpes con la barra llegan hasta la base, a diferencia de las capas posteriores la barra solo penetra ligeramente en la capa previa; los golpes se inician en el perímetro del instrumento y avanzando hacia el centro en forma de espiral, como se muestra en la **Figura 29.**

La capa final fue llenada en exceso provocando un rebalse como se ve en la **Figura 30** para que cuando se den los 25 golpes con la barra el concreto no descienda dejando un vacío con respecto al borde, y posteriormente su enrasado.

Figura 29. Golpes con el mazo de goma.

Figura 30. Enrasado en última capa.

Fuente: Propia Fuente: Propia

El proceso de la medición es al terminar el enrasado, se continúa cerrando la tapa del medidor y abriendo las válvulas de cebado, se vierte agua en el embudo hasta que el líquido se expulse por el orificio de desfogue dando la garantía de que no hay aire dentro del medidor, se bombea aire hasta que el manómetro alcance la medida de calibración del instrumento (teniendo cerrada la válvula de ingreso de aire hacia el medidor), de faltar aire se bombeará más y si excede se abre la válvula de purga para eliminar el aire excedente, al alcanzar el nivel se cierran las válvulas de cebado y se abre la válvula de ingreso a la olla del medidor. Para finalizar se tomó la medida del manómetro con precisión al 0.1 y el resultado se obtuvo en porcentaje (%) siendo los siguientes.

- ct : 3%
- cf 0.5% : 3.5%
- cf 2% : 3.5%

El porcentaje de aire contenido aumenta esto dado por los extremos conformados de la fibra usada, siendo un valor que no hasta este punto no implica una falencia del concreto sino hasta este ser ensayado y mostrar con los resultados una baja o alza de las propiedades mecánicas

NOTA: *Los dos ensayos realizados previa a esta nota se realizaron estuvieron dentro del parámetro de los 5 minutos.*

Ensayo para determinar la temperatura de la mezcla NTP 339.184

El instrumento es un termómetro para concreto el cual se muestra en la **Figura 31.**

Al vaciar el concreto sobre la carretilla buggy se realizó la toma de medición de temperatura, para el registro de esta el sensor de temperatura debió tener un mínimo de 3”

de la mezcla alrededor y hacia el fondo como se muestra en la **Figura 32.** Los resultados fueron aproximados al 0.5°C.

Figura 31. Termómetro para concreto.

Fuente: Propia

Figura 32. Medición de temperatura

Fuente: Propia

Donde los resultados arrojados fueron:

- ct : 24°C
- cf 0.5% : 22°C
- cf 2% : 22°C

Siendo los resultados de este ensayo valores que no afectan al concreto mientras éste fragua al ser vaciado en la edificación o sea con la adición de fibra de acero SIKA la mezcla no sufrirá de pérdida de agua por la temperatura de la mezcla.

Ensayo para determinar la densidad del concreto NTP 339.046 – (2008)

Las herramientas usadas fueron un recipiente y una balanza digital mostrados en las **Figuras 33 y 34** respectivamente.

Figura 33. Recipiente para pesaje de mezcla.

Fuente: Propia

Figura 34. Balanza digital.

Fuente: Propia

El procedimiento de este ensayo consta de 4 pasos:

1.- Saturado: Se humedece la parte interna del recipiente.

2.- Peso de contenedor vacío: Que se denominó P(c)

3.- Volumen de contenedor: Que se denominó V(c)

4.- Llenado de concreto: Se llenó el recipiente en 3 capas, con 25 golpes con la barra lisa, seguido de 10 a 15 golpes con el mazo de goma con la fuerza necesaria para llenar los poros; en la primera capa lo golpes con la barra llega a la base, pero en las capas posteriores la barra solo debe penetrar ligeramente en la capa previa; los golpes se empiezan en dándose en el perímetro y avanzando hacia el centro en forma de espiral y se pesa denominándose este peso P(cc) como en la **Figura 35.**

5.- Densidad: Se halló la densidad aplicando la siguiente fórmula.

$$Densidad = \frac{P_{(cc)} - P_{(c)}}{V_{(c)}}$$

Figura 35. Pesaje de contenedor con mezcla P(cc).

Fuente: Propia

Siendo esta densidad:

- ct : 2369 kg/m3
- cf 0.5% : 2373 kg/m3
- cf 2% : 2375 kg/m3

El peso del concreto tradicional es de 2369 kg/cm3 pero para cuestión de diseño se usa 2400 kg/m3, siendo los resultados menores a este dato de diseño se asume el mayor para el diseño con la nueva mezcla, teniendo aun un margen de factor de seguridad, siendo esto beneficioso para la carga estática de la edificación así como cuando se le aplique la fuerza

del sismo. Un incremento de densidad implicaría una mayor carga en los pisos inferiores, así como un peso mayor en los pisos superiores incrementando la deriva de la edificación.

Con los ensayos realizados hasta este punto se puede definir que la nueva mezcla de concreto fibroacerado en las dos dosificaciones no tendría problemas de trabajabilidad ni de pérdida de humedad.

Ensayo para determinar el rendimiento del concreto NTP 339.046 – (2008)

El rendimiento (Rend.) fue determinado por la división del peso total de material usado denominado P(m) entre la densidad de cada diseño [D (ct), D (cf 0.5%) y D (cf 2%)].

$$Rend. = \frac{P_{(m)}}{D_{(ct)\ (cf\ 0.5\%)\ (cf\ 2\%)}}$$

Siendo las proporciones de materiales expuestas en los diseños enfocadas a un metro cúbico de rendimiento, siendo que se cuenta en las tandas de diseño de la mezcla las porciones por volumen y por peso para un metro cubico de concreto.

Ensayos al concreto endurecido

Siendo los resultados las propiedades mecánicas, útiles para el diseño de edificaciones.

Resistencia a la compresión NTP 339.034 – (2008)

Este procedimiento es realizado para todos los diseños de mezcla, expuestos en la presente tesis.

Se espera un incremento de estas propiedades siendo fundamentales para realizar un diseño óptimo, el artículo elaborado por Yenny para la revista Applied mechanics and materials, enfocó su investigación específicamente en la resistencia a compresión exponiendo las probetas al fuego, y comparando los dos casos, tomando en cuenta lo más relevante para esta investigación realizada, es el notorio incremento de la resistencia a la compresión obtenida en los ensayos, siendo que el autor del artículo obtiene mejoras usando el 1 y 1.5% de fibra (Yenny, 2015, p. 222).

Estos resultados son datos que alientan el propósito de esta tesis, siendo que el incremento de esta propiedad en la edificación influye en la rigidez que este tendrá, aprovechándose más en el campo estático por el soporte de carga y en el ámbito dinámico aportando rigidez de unión en los nodos o puntos de intersección.

La elaboración de probetas cilíndricas es siguiendo estrictamente lo establecido en la NTP 339.033, Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto.

Se necesitaron algunas herramientas manuales como: martillo de goma, barra lisa de 1.6cm (5/8 de pulgada) de diámetro, una regleta para el rasado y los moldes cilíndricos mostrados en la **Figura 36,** estos moldes tienen una medida de 15.24cm de diámetro (6 pulgadas) y 30.48cm de alto (12 pulgadas). Y de manera indispensable la prensa hidráulica mostrada en la **Figura 37.**

Figura 36. Probetas cilíndricas

Fuente propia

Figura 37. Probetas cilíndricas

Fuente propia

Las herramientas, así como los instrumentos que tendrán contacto con el concreto en su estado fresco deben haber sido sumergidos en agua.

Al estar lista la mezcla se continúa con el llenado de los moldes en 3 etapas con 25 golpes (por capa) con la barra lisa, este proceso se llama apisonado, en la primera capa lo golpes llegan a la base del molde, en las segunda y tercera capa la barra solo penetra ligeramente en la capa previa; los golpes con la barra se dan en todo el perímetro avanzando hacia el centro en forma de espiral.

Estas se desencofran a las 24 horas para continuar con el curado de las probetas cilíndricas hasta la fecha de su rotura, como se aprecia en la **Figura 38.**

Figura 38. Curado de probetas.

Fuente propia

Luego se procedió con el retiro de las probetas del curado según la fecha de rotura de estas, a los 7, 14 y 28 días, en este procedimiento se anotan los datos del diámetro superior e inferior para obtener uno promediado visto en la **Figura 39** para con este obtener el área promedio de la probeta, estos datos son expuestos en las **Tablas 7, 8 y 9.**

Figura 39. Medición de diámetro.

Fuente propia

Probeta	Ø Sup. (cm) Ø Inf. (cm)	Ø Prom. (cm)	Área (cm2)
CT-001	15.295 15.365	15.33	184.58
CT-002	15.25 15.3	15.28	183.25
CT-003	15.25 15.205	15.23	182.12
CT-004	15.245 15.235	15.24	182.42
CT-005	15.225 15.16	15.19	181.28
CT-006	15.35 15.25	15.30	183.85
CT-007	15.28 15.235	15.26	182.83
CT-008	15.215 15.275	15.25	182.53
CT-009	15.215 15.275	15.25	182.53

Tabla 7. Medición en probetas de concreto tradicional

Fuente: Elaboración propia

Probeta	Ø Sup. (cm) / Ø Inf. (cm)	Ø Prom. (cm)	Área (cm2)
CF 0.5%-001	15.295	15.33	184.58
	15.365		
CF 0.5%-002	15.25	15.28	183.25
	15.3		
CF 0.5%-003	15.25	15.23	182.12
	15.205		
CF 0.5%-004	15.245	15.24	182.42
	15.235		
CF 0.5%-005	15.225	15.19	181.28
	15.16		
CF 0.5%-006	15.35	15.30	183.85
	15.25		
CF 0.5%-007	15.28	15.26	182.83
	15.235		
CF 0.5%-008	15.215	15.25	182.53
	15.275		
CF 0.5%-009	15.215	15.25	182.53
	15.275		

Tabla 8. Medición en probetas de concreto fibroacerado al 0.5%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Medición en probetas de concreto fibroacerado al 2%

Probeta	Ø Sup. (cm) / Ø Inf. (cm)	Ø Prom. (cm)	Área (cm2)
CF 2%-001	15.295	15.33	184.58
	15.365		
CF 2%-002	15.25	15.28	183.25
	15.3		
CF 2%-003	15.25	15.23	182.12
	15.205		
CF 2%-004	15.245	15.24	182.42
	15.235		
CF 2%-005	15.225	15.19	181.28
	15.16		
CF 2%-006	15.35	15.30	183.85
	15.25		
CF 2%-007	15.28	15.26	182.83
	15.235		
CF 2%-008	15.215	15.25	182.53
	15.275		
CF 2%-009	15.215	15.25	182.53
	15.275		

Fuente: Elaboración propia

Para la rotura se anotó la fuerza aplicada en las unidades de kg.f, que fue necesaria para que la probeta falle haciéndose notorio en las **Figura 40**, este valor es dividido por el área del espécimen dando como resultado la resistencia a la compresión (f'c) en kg/cm2 siendo mostrados en las **Tablas 10, 11 y 12**.

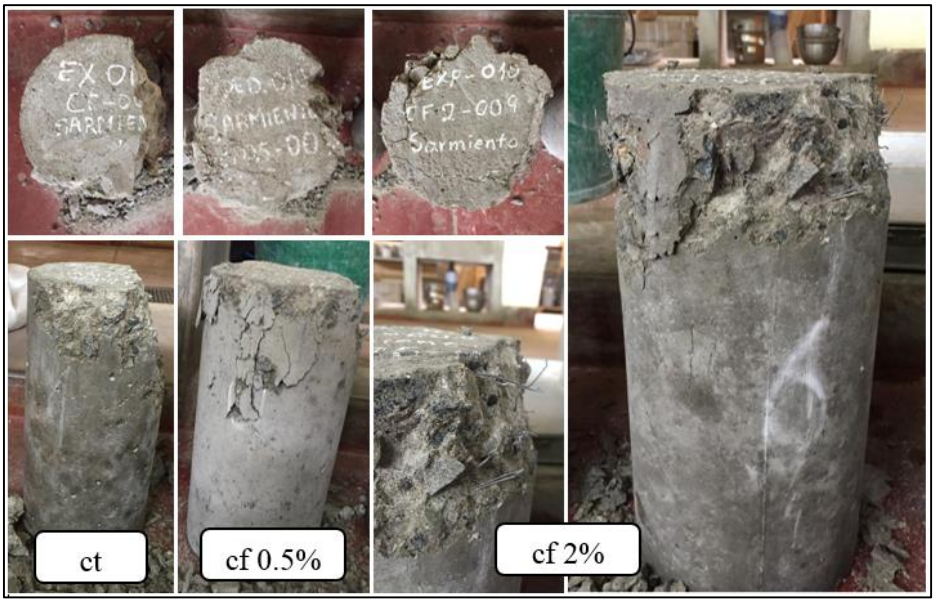


Figura 40. Rotura de probetas a compresión

Fuente: Propia

Tabla 10. Rotura de probetas de concreto tradicional a compresión

Probeta	Edad (días)	Fuerza aplicada (kg.f)	f´c (kg/cm2)
CT-001	7	30000	163
CT-002	7	31000	169
CT-003	7	30100	165
CT-004	14	35500	195
CT-005	14	35100	194
CT-006	14	35050	191
CT-007	28	39500	216
CT-008	28	39200	215
CT-009	28	40000	219

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Rotura de probetas de concreto fibroacerado al 0.5% a compresión

Probeta	Edad (días)	Fuerza aplicada (kg.f)	f´c (kg/cm2)
CF 0.5%-001	7	35750	194
CF 0.5%-002	7	35150	192
CF 0.5%-003	7	35650	196
CF 0.5%-004	14	41800	229
CF 0.5%-005	14	42000	232
CF 0.5%-006	14	41650	227
CF 0.5%-007	28	46500	254
CF 0.5%-008	28	46550	255
CF 0.5%-009	28	46850	257

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Rotura de probetas de concreto fibroacerado al 2% a compresión

Probeta	Edad (días)	Fuerza aplicada (kg.f)	f´c (kg/cm2)
CF 2%-001	7	28150	153
CF 2%-002	7	27500	150
CF 2%-003	7	28500	156
CF 2%-004	14	33560	184
CF 2%-005	14	33600	185
CF 2%-006	14	34450	187
CF 2%-007	28	36850	202
CF 2%-008	28	37400	205
CF 2%-009	28	37100	203

Fuente: Elaboración propia.

La resistencia a la compresión en el concreto tradicional fue para ser usada como patrón ya que esta fue diseñada para un determinado f´c, entonces el resultado de este no expresa una mejora si no para establecer valores mínimos necesarios, ya que es requerida una resistencia de 210 kg/cm2 mostrando los resultados en la **Tabla 10.**

La resistencia a la compresión se vio aumentada cuando la adición de la fibra de acero fue de un 0.5%, este aumento se dio en las tres edades de la ruptura esto brindando una mayor resistencia a la carga estática en una edificación, los resultados obtenidos con el incremento de esta propiedad mecánica se expresan en la **Tabla 11.**

La resistencia a la compresión se redujo cuando la adición de la fibra de acero fue de un 2%, esta reducción se dio en las tres edades de la ruptura que en teoría ofrecería una menor resistencia a la carga estática en una edificación, pero llevado a la práctica esta nueva mezcla con esta nueva propiedad se auto descarta ya que no cumple con los parámetros mínimos necesarios para ser útil la aplicación de esta en columnas y vigas ya que su resistencia a compresión a los 28 días es de un f´c= 203 kg/cm2, los resultados dados con la inclusión de la fibra se muestran en la **Tabla 12.**

Resistencia a compresión diametral (método brasileño) NTP 339.084

Este procedimiento fue realizado para todos los diseños de concreto que se usaron en esta tesis: con concreto libre de aditivos (ct) y con el concreto con fibra metálica (cf 0.5% y cf2%.)

Se inició elaborando las probetas de siguiendo la NTP 339.033, Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto como se muestra en la **Figura 38.** Siendo la maquinaria indispensable es la prensa hidráulica, ver la **Figura 41.**

Adicionalmente son necesarias algunas herramientas manuales: martillo de goma, barra lisa de 16mm (5/8”) de diámetro, una regleta para el rasado y los moldes cilíndricos mostrados en la **Figura 24 y 36,** respondiendo a una medida de 15.24cm de diámetro (6 pulgadas) y 30.48 cm de alto (12 pulgadas). Las herramientas, así como los instrumentos que tendrán contacto directo con nuestro concreto en su estado fresco deberán de haber sido sumergidos en agua.

Figura 41. Rotura de probetas

Fuente: Propia

Posterior a la obtención de la mezcla se continúa con el llenado de las probetas en 3 capas; cabe recalcar que las probetas deben de estar previamente impregnadas con una película de aceite para facilitar el desencofrado; con 25 inserciones con la barra lisa por capa; en la primera capa la introducción de la barra llegan a la base, pero en la segunda y tercera la barra solo penetra ligeramente en la capa previa; los golpes se iniciaron en todo el perímetro avanzando hacia el centro formando un espiral como se ve en la **Figura 42.**

Figura 42. Elaboración de probetas

Fuente: Propia

Los cilindros de concreto se desencofraron pasando las 24 horas, siendo el curado el siguiente procedimiento de las probetas cilíndricas hasta la rotura programada de estos, luego se procedió con el retiro de las probetas del curado según la fecha de rotura de estas, a los 7, 14 y 28 días, en este procedimiento se anotan los datos del diámetro superior e inferior, así como la longitud de la probeta expuestos en las **Tablas 13, 14 y 15.**

La medición es tomada para probar que la probeta a ensayarse cumple con las medidas remarcadas en las normas que se empleen, así como también estas se usan para poder hallar el resultado del ensayo ya que este se da sobre cm2 se necesita de las dimensiones para usarse en el cálculo.

Tabla 13. Medición en probetas de concreto tradicional

Probeta	Ø Prom. (cm)	Long. Prom. (cm)
CT - 001	15.28	30.65
CT - 002	15.26	30.63
CT - 003	15.21	30.68
CT - 004	15.27	30.72
CT - 005	15.25	30.68
CT - 006	15.20	30.72
CT - 007	15.23	30.52
CT - 008	15.25	30.68
CT - 009	15.25	30.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Medición en probetas de concreto fibroacerado al 0.5%

Probeta	Ø Prom. (cm)	Long. Prom. (cm)
CF 0.5% - 001	15.26	30.62
CF 0.5% - 002	15.26	30.68
CF 0.5% - 003	15.25	30.70
CF 0.5% - 004	15.26	30.62
CF 0.,5% - 005	15.26	30.68
CF 0,5% - 006	15.25	30.70
CF 0.5% - 007	15.28	30.70
CF 0.5% - 008	15.25	30.68
CF 0,5% - 009	15.25	30.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Medición en probetas de concreto fibroacerado al 2%

Probeta	Ø Prom. (cm)	Long. Prom. (cm)
CF 2% - 001	15.25	30.65
CF 2% - 002	15.26	30.68
CF 2% - 003	15.25	30.70
CF 2% - 004	15.25	30.65
CF 2% - 005	15.26	30.68
CF 2% - 006	15.25	30.70
CF 2% - 007	15.28	30.70
CF 0.5% - 008	15.25	30.68
CF 2% - 009	15.25	30.60

Fuente: Elaboración propia

Los resultados surgirán a partir de la siguiente fórmula:

$$R = \frac{2\ x\ F_{(A)}}{\pi\ x\ L\ x\ \emptyset}$$

Dónde:

R : Resistencia a la tracción (kg/cm2)

$F_{(A)}$: Fuerza aplicada (kg.f)

L : Longitud de probeta (cm)

Ø : Diámetro de probeta (cm)

Los resultados de este ensayo se muestran en las **Tablas 16, 17 y 18.**

Tabla 16. Rotura de probetas de concreto tradicional a tracción indirecta

Probeta	Edad (días)	Fuerza aplicada (kg.f)	2 x Fuerza aplicada (1)	3.1416 x Long x Ø (2)	(1/2) Resistencia (kg/cm2)
CT - 001	7	3050	6100	1471	4.1
CT - 002	7	2950	5900	1468	4.0
CT - 003	7	3080	6160	1466	4.2
CT - 004	14	11950	23900	1474	16.2
CT - 005	14	11850	23700	1470	16.1
CT - 006	14	12050	24100	1467	16.4
CT - 007	28	17840	35680	1460	24.4
CT - 008	28	17990	35980	1470	24.5
CT - 009	28	18100	36200	1466	24.7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Rotura de probetas de concreto fibroacerado al 0.5% a tracción indirecta

Probeta	Edad (días)	Fuerza aplicada (kg.f)	2 x Fuerza aplicada (1)	3.1416 x Long x Ø (2)	(1/2) Resistencia (kg/cm2)
CF 0.5% - 001	7	3700	7400	1468	5.0
CF 0.5% - 002	7	3630	7260	1471	4.9
CF 0.5% - 003	7	3790	7580	1471	5.2
CF 0.5% - 004	14	14850	29700	1468	20.2
CF 0.5% - 005	14	15000	30000	1471	20.4
CF 0.5% 006	14	15100	30200	1471	20.5
CF 0.5% - 007	28	22500	45000	1474	30.5
CF 0.5% - 008	28	22100	44200	1470	30.1
CF 0.5% - 009	28	22000	44000	1466	30.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Rotura de probetas de concreto fibroacerado al 2% a tracción indirecta

Probeta	Edad (días)	Fuerza aplicada (kg.f)	2 x Fuerza aplicada (1)	3.1416 x Long x Ø (2)	(1/2) Resistencia (kg/cm2)
CF 2% - 001	7	5900	11800	1468	8.0
CF 2% - 002	7	6100	12200	1471	8.3
CF 2% - 003	7	5980	11960	1471	8.1
CF 2% - 004	14	23800	47600	1468	32.4
CF 2% - 005	14	23950	47900	1471	32.6
CF 2% 006	14	23900	47800	1471	32.5
CF 2%- 007	28	36450	72900	1474	49.5
CF 2% - 008	28	36500	73000	1470	49.7
CF 2% - 009	28	36000	72000	1466	49.1

Fuente: Elaboración propia.

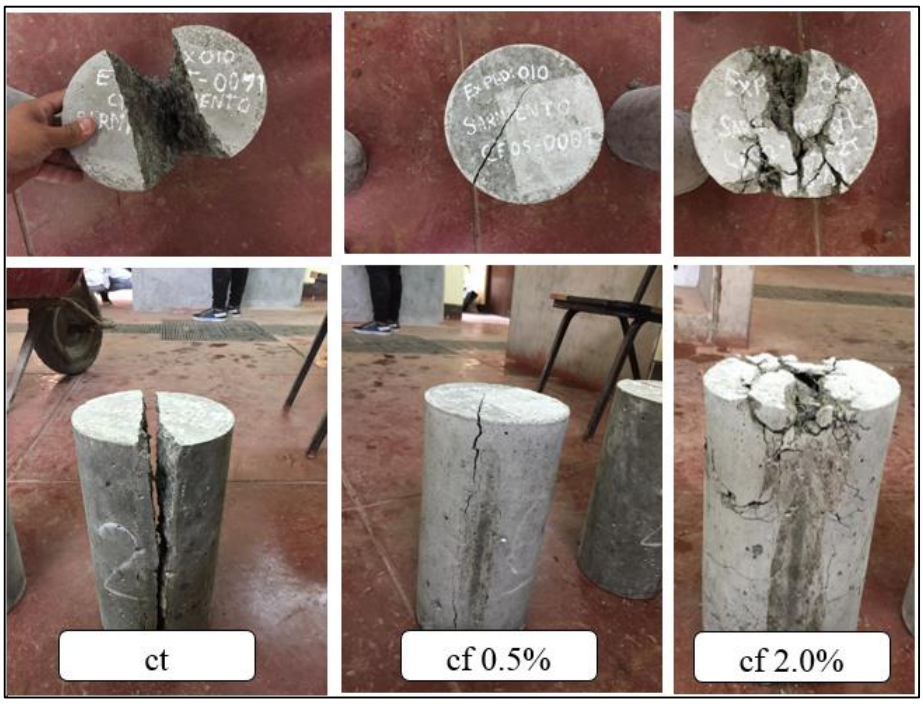


Figura 43. Rotura de probetas a tracción indirecta

Fuente: Propia

Así como se expresó en la tabla con valores cuantificables, la rotura de las probetas a compresión también ofreció mejoras observables, las cuales se muestran en la **Figura 43.**

En los ensayos de tracción diametral se observó una gran mejora no solo en cuanto a la resistencia a este ensayo sino también a la manera que estas probetas fallan.

Con el concreto tradicional se observa una falla frágil en donde, la probeta al alcanzar la carga máxima soportada se parte en dos con un corte casi perfecto al diámetro de la misma como se observa en la **Figura 43,** probando con este ensayo el perfecto conocimiento del comportamiento del concreto que se tiene claro ante la tracción, siendo este nulo y despreciable cuando es diseña una edificación.

Con la adición de la fibra de acero al 0.5%, aumenta la resistencia a la tracción y también cambia la falla a ser dúctil donde la probeta se fisura, esto puede ser visto en la **Figura 43** pero no se parte en dos como sucede con el concreto tradicional, esto es beneficioso ya que indica que el concreto también ayudará con la resistencia a la tracción en la edificación.

Con la adición de la fibra de acero al 2%, aumenta aún más la resistencia a la tracción casi en un 100%, se mantiene la falla dúctil donde la probeta se parte, pero no existe desprendimiento diametral, la probeta sigue siendo un solo sólido viéndose esto en la **Figura 43** permaneciendo unido solo por las fibras metálicas, esto es beneficioso ya que indica que el concreto también ayudará con la resistencia a la tracción en la edificación en mayor proporción.

Esta nueva propiedad adquirida gracias a la adición de la fibra de acero es totalmente provechosa para la aplicación en una edificación, ya que esto permite una buena respuesta ante la falla del elemento viga en una estructura se menciona también que la posibilidad de salvaguardar las vidas de los habitantes. La ayuda probada en base a los resultados dados por el ensayo a tracción diametral es hasta este punto, sin considerar aun el costo ni un beneficio adicional al ya mencionado en los párrafos anteriores.

Pero lastimosamente la adición de fibra al 2% en donde se obtiene un gran incremento en la resistencia a la tracción esta no se aprovechará en la edificación ya que este concreto quedó desestimado par el uso en vigas y columnas por en el ensayo de resistencia a la compresión.

Resistencia a flexión de vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo NTP 339.078 – 2012

En ciertas investigaciones al usarse la fibra de acero se realiza ensayos de resistencia residual esto a modo de dato para comparar el comportamiento de las fibras a usarse, siendo básicamente la resistencia que se sobrecarga a la fibra que se está agregando, el cuánto más aguanta después del fallo del concreto, pero en el caso de esta investigación se trabajará con la resistencia a flexión cuanta es la carga máxima que este soporta con el trabajo conjunto del concreto y fibras, para poder aplicarlo a una edificación ya que si se busca la resistencia residual esta no aplicaría este valor para diseñar con el.

Se inició elaborando las vigas con un procedimiento alineado a la NTP 339.033, Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto.

Las herramientas necesarias fueron: martillo de goma para que los golpes no seas secos, barra lisa de 16mm (5/8”) de diámetro es muy importante que sea lisa y no corrugada para evitar introducir aire a la mezcla, una regleta para el rasado y los moldes de las vigas respetando las medidas establecidas mostrados en la **Figura 44,** estos moldes tienen una medida de 6” de alto por 6” de ancho por 21” de longitud y la máquina para ensayos mostrada en la **Figura 45.**

Figura 44. Moldes de vigas

Fuente: Propia

Realizando la mezcla se procedió con el vaciado de la mezcla en moldes de viga de 6” x 6” x 21” (alto, ancho y largo), según la norma designa se realizó el vaciado de la mezcla en dos capas al ser una viga de dimensiones entre los 150 y 200 mm, el número de golpes estuvo

delimitado por el área comprendida por la superficie de la viga solicitando 1 golpe por cada 14 cm2.

Figura 45. Ensayo de resistencia a flexión

Fuente: Propia

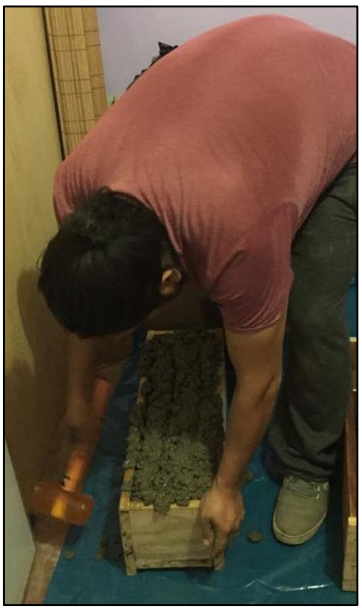


Figura 46. Golpes de maso de goma.

Fuente: Propia

Realizando la mezcla se procedió con el vaciado de la mezcla en moldes de viga de 6” x 6” x 21” (alto, ancho y largo), según la norma designa se realizó el vaciado de la mezcla en dos capas al ser una viga de dimensiones entre los 150 y 200 mm, el número de golpes estuvo delimitado por el área comprendida por la superficie de la viga solicitando 1 golpe por cada 14 cm2.

Las dimensiones de la superficie son 16 x 54 cm dando un área de 854 cm2, la norma solicita 1 golpe por cada 14 cm2 necesitando un total de 62 golpes iniciando en una de las caras de mayor dimensión avanzando de manera paralela a esta cara y dando golpes con el mazo de goma a las caras del molde para eliminar cualquier vacío existente, como puede ser visto en la **Figura 46,** la segunda (última capa) se realiza un vaciado en demasía para realizar en enrasado viéndose en la **Figura 47.**

En el vaciado de la mezcla en los moldes de las vigas, el implemento de las fibras no implicó problema alguno, ni el momento del enrasado donde las fibras descendían al pasar la regleta sin alterar la mezcla ya compactada, esto siendo un buen indicio para el uso del concreto con fibra de acero en una edificación, donde el problema o miedo que se tiene es que existan cangrejeras.

Figura 47. Enrasado en vigas

Fuente: Propia

Las vigas de concreto se desencofraron pasando las 24 horas, siendo el curado el siguiente procedimiento de los concretos rectangulares hasta la rotura programada de estos, luego se procedió con el retiro de las probetas del curado según la fecha de rotura de estas, a los 7, 14 y 28 días, en este procedimiento se anotan los datos de altura y ancho de los especímenes en el estudio, así como la luz libre entre apoyos de expuestos en las **Tablas 19, 20 y 21.**

No se observaron cangrejeras ni alguna falencia en cuanto al desencofrado de la viga, cabe recalcar que las caras internas del molde debieron de estar con una película de aceite para facilitar el desmolde como fue en este caso.

Tabla 19. Medición en vigas de concreto tradicional

Probeta	Alto (cm)	Ancho (cm)	Luz entre apoyos (cm)
CT - 001	16.3	16.3	45.6
CT - 002	16.3	16.3	46.6
CT - 003	16.3	16.3	46.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Medición en vigas de concreto fibroacerado al 0.5%

Probeta	Alto (cm)	Ancho (cm)	Luz entre apoyos (cm)
CF 0.5% - 001	16.3	16.3	46.6
CF 0.5% - 002	16.3	16.3	46.6
CF 0.5% - 003	16.3	16.3	46.6

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Medición en vigas de concreto fibroacerado al 2%

Probeta	Alto (cm)	Ancho (cm)	Luz entre apoyos (cm)
CF 2% - 001	16.3	16.3	45.6
CF 2% - 002	16.3	16.3	46.6
CF 2% - 003	16.3	16.3	46.6

Fuente: Elaboración propia

Los resultados surgirán a partir de la ubicación de la falla, en todos los casos la falla se dio dentro del tercio medio siendo utilizada esta fórmula expuesto en las **Tablas 22, 23 y 24.**

$$Mr = \frac{P\ x\ L}{b\ x\ h^2}$$

Dónde:

Mr : Módulo de rotura (kg/cm2)

P : Fuerza aplicada (kg.f)

L : Luz entre apoyos (cm)

b : Base de viga (cm)

h : Altura de viga (cm)

Tabla 22. Rotura de vigas de concreto tradicional a flexión

Probeta	Edad (días)	Fuerza aplicada (kg.f)	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm2)
CT - 001	7	3150	Tercio medio	33.2
CT - 002	14	3380	Tercio medio	36.4
CT - 003	28	3580	Tercio medio	38.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Rotura de vigas de concreto fibroacerado al 0.5% a flexión

Probeta	Edad (días)	Fuerza aplicada (kg.f)	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm2)
CF 0.5% - 001	7	3280	Tercio medio	35.3
CF 0.5% - 002	14	3620	Tercio medio	39.0
CF 0.5% - 003	28	3795	Tercio medio	40.8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Rotura de vigas de concreto fibroacerado al 2% a flexión

Probeta	Edad (días)	Fuerza aplicada (kg.f)	Ubicación de falla	Módulo de rotura (kg/cm2)
CF 2% - 001	7	3940	Tercio medio	41.5
CF 2% - 002	14	4035	Tercio medio	43.4
CF 2% - 003	28	4460	Tercio medio	48.0

Fuente: Elaboración propia.

Las roturas de las vigas son mostradas en las **Figuras 48 y 49.**

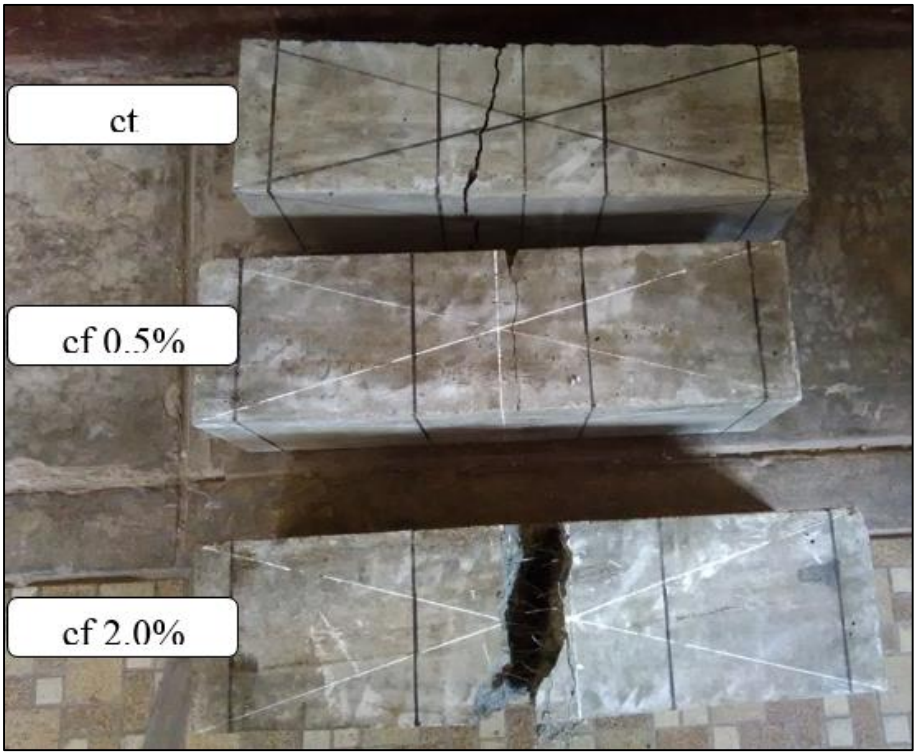


Figura 48. Rotura de vigas – Vista inferior

Fuente: Propia

La mezcla con concreto tradicional provocó la falla frágil de la viga, siendo esta fatal en una edificación, esta falla es absorbida por la presencia del acero en las vigas de una edificación, referido a la falla dúctil es la que sufre la viga cuando la ruptura es de manera abrupta sin aparición de fisura alguna previa al fallo viéndose la viga partida en las **Figuras**

48 y 49. Esta falla (frágil) de darse en una edificación no permite una pronta respuesta por parte de los habitantes ante un evento sísmico y la estructura colapse.

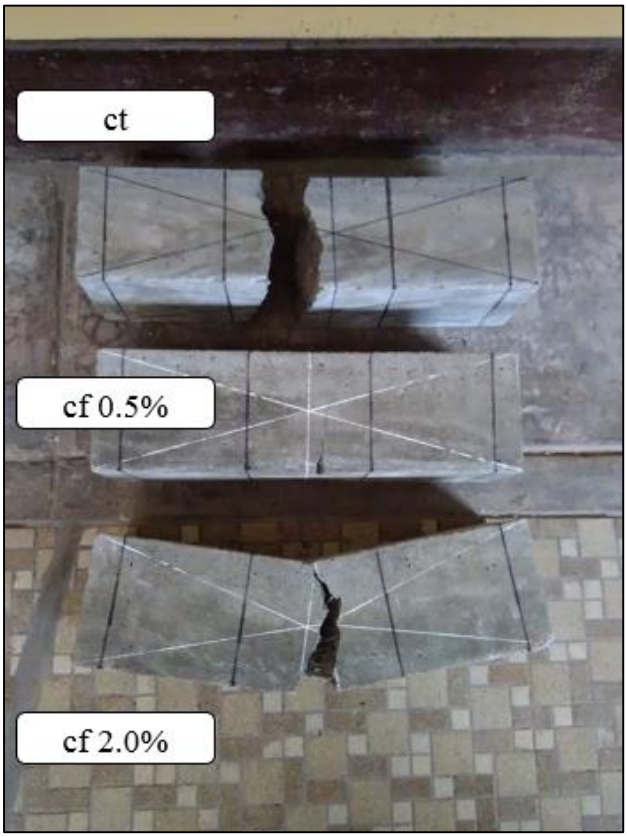


Figura 49. Rotura de vigas – Vista lateral

Fuente: Propia

Por el contrario, con la adición de la fibra de acero al 0.5% la falla obtenida en la viga es dúctil, presentando una fisura antes que la viga deje de soportar carga como se ve en las **Figuras 48 y 49**, permitiendo esto una respuesta a los habitantes de la vivienda para una evacuación de la vivienda, ante la falla de la viga en una edificación.

Con la inclusión de la fibra de acero al 2% se mantiene la misma utilidad de la nueva mezcla, la falla es dúctil y el aumento es considerable, como puede apreciarse en las **Figuras 48 y 49,** la viga falló (dejó de soportar carga) y está partida literalmente teniendo habiendo perdido totalmente unión el concreto dejando el trabajo solamente a la fibra metálica siendo esta quien soporta que la viga se parta por completo.

Esta nueva propiedad adquirida gracias a la adición de la fibra de acero es totalmente provechosa para la aplicación en una edificación, ya que esto permite una buena respuesta ante la falla del elemento viga en una estructura se menciona también que la posibilidad de

salvaguardar las vidas de los habitantes. La ayuda probada en base a los resultados dados por el ensayo a flexión es hasta este punto, sin considerar aun el costo ni un beneficio adicional al ya mencionado en los párrafos anteriores.

Resultados similares el artículo elaborado por Yavas, Hasgul y demás, perteneciente a la revista Avances en la ingeniería civil, donde el uso de este tipo de fibra fue aplicado a profundidad en cuando a fibras de acero, teniendo buenos resultados en este mismo ensayo donde la aplicación fue con fibras metálicas rectas y fibras con el extremo doblado (como la fibra usada en esta investigación), ambas en dosificaciones de 0.5 y 1.5% donde el "cizallamiento" (como lo llama el autor) de las viga se da de manera violenta en el concreto sin adición de fibra o concreto solo, y la mejora de esta propiedad, la resistencia a flexión, se observó al usar las fibras eliminando esta falla frágil contemplando entre sus resultados una falla dúctil variando (aumentando) en base a la dosificación planteada y teniendo un mayor incremento de esta resistencia a manera que se aumenta el porcentaje de la fibra (Yavas, 2019, p. 1603)

Siendo que no se contempló el SLUMP en la investigación del párrafo anterior se puede decir que la aplicación de esta fibra fue un total éxito ya que se solo se tiene como dato del incremento de la resistencia de la viga ante la flexión, pero esto no le resta veracidad ni aporte a la edificación ya que son valores hallados que sirven a investigadores como quien realiza este trabajo para una comparación de resultados.

Estructura aporticada

Diseño y modulación en software especializado en análisis estructural

Generalidades

La presente memoria hace referencia al proyecto estructural "VIVIENDA MULTIFAMILIAR", la cual se encuentra localizada en el distrito de Puente Piedra-Departamento de Lima.

Se llevará a cabo diversos modelos estructurales de acuerdo a los resultados obtenidos mediante los distintos ensayos realizados al concreto fibroacerado, por lo cual en esta primera parte se determinarán los parámetros y criterios establecidos para el diseño.

Descripción de la distribución estructural sucinta de la edificación

El proyecto estructural contempla la estructuración de una edificación de 6 niveles y una azotea, el proyecto en mención presenta un sistema estructural mixto, predominado el sistema de muros estructurales para el eje X-X y un sistema dual para el eje Y-Y.

Las dimensiones de columnas y vigas son coherentes con las demandas de esfuerzos solicitados.

Normatividad

Se considera en el diseño y revisión estructural las siguientes normas:

N.T. E020 (Norma de Cargas) correspondientes al RNE vigente.

N.T. E030 (Norma Sismo-resistente) correspondientes al RNE vigente.

N.T. E070 (Norma de Albañilería) correspondientes al RNE vigente.

N.T. E060 (Norma de Concreto Armado) correspondientes al RNE vigente

Cargas de diseño

El diseño y verificación de los elementos estructurales de la edificación se ha efectuado de acuerdo a las cargas de diseño consideradas, como son las cargas muertas y sobrecargas de la Norma E-020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Carga muerta

- Losa aligerada h=0.20m : 300.00 kg/m2
- Tabiquería : 150.00 kg/m2
- Acabados : 100.00 kg/m2

Carga viva

Sobrecarga según las Normas de Cargas E.020

- 1º y 6º Nivel : 200 kg/m2
- Azotea : 100 kg/m2

Carga de sismo

- Se han considerado los criterios de diseño sísmico según lo especificado en las Normas de Diseño Sismo resistente (Norma Técnica de Edificación E.030).

Análisis sísmico

P: Es el peso del edificio que carga sobre la estructura y que considera, además de la carga muerta, el 25 % de la carga viva para edificaciones de la categoría C.

Z: Es el factor de zona, que este caso le corresponde zona 4, por lo que Z = 0.45.

U: Es el factor de importancia, que para edificaciones de categoría C corresponde U = 1.00.

C: Es el factor de amplificación sísmica de la respuesta estructural a la aceleración del suelo, corresponde C = 2.50 (Tp / T).

S: Es el factor de amplificación de suelos es S = 1.05 correspondiente para suelo intermedio y Tp = 0,6.

R: Es el factor de reducción sísmica. Considerando que existe irregularidad en planta Rx, Ry para cada caso utilizado en que las cargas verticales y horizontales que son resistidas por elemento estructurales

Cortante basal

Debido a que no existe una simetría en ambas direcciones a causa de las irregularidades en planta se determinar la cortante basal tanto en el eje X-X como en el Y-Y.

$$Vx - x = \frac{ZUCS}{Rx} \mathrm{P}$$

$$Vy - y = \frac{ZUCS}{Ry} \mathrm{P}$$

A partir de la obtención de la cortante estática y dinámica se verificará con un factor de escala de acuerdo a la norma técnica de edificaciones E030, el cual se utilizará para el diseño de elementos estructurales y se modificará intencionalmente en el software.

V. Dinámico > 90% V. Estático (Irregular) V. Dinámico > 90% V. Estático (Irregular)

V. Dinámico > 90% V. Estático V. Dinámico > 90% V. Estático

Análisis dinámico

Según la norma la Aceleración Espectral, es:

$$Sa = \frac{ZUCS}{R} g \text{ P}$$

(Espectro de respuesta)

Rx = 4.5 : Sistema de muros estructurales (irregular) (irregularidad torsional)

Ry = 5.25 : Sistema dual (irregular) (irregularidad torsional)

Presenta irregularidad torsional en planta de la tabla de *irregularidades estructurales en planta* dispuesta en el reglamento nacional de edificaciones con un valor de 0.75 donde esta está delimitada por el desplazamiento entre pisos, donde este tendría que ser menor al 50% de lo reglamentado, lo estipulado por el RNE impone que la deriva tiene que ser de 0.007 siendo 0.0035 el 50% del límite, entonces el valor con el que se trabajará es que si almeno una deriva supera este 0.0035 tiene irregularidad de tipo torsional, esto también es visto en los análisis de las derivas ya que cuando se analiza la estructura aplicando la fuerza en el eje X-X también se observa derivas en el eje "y-y" menores claro pero presentes, lo mismo sucede cuando se aplica la fuerza del sismo en el eje Y-Y también se observan derivas en el eje "x-x" en este caso las derivas tienen valores bastantes similares esto ya que la estructura tiene el tramo más largo en este eje (Y) y estando ubicada la fachada de la edificación en el eje X.

Tabla 25: Espectro de pseudo – aceleraciones X-X

C	**T**	**Sa Dir X-X**
2.50	0.00	2.575
2.50	0.02	2.575
2.50	0.04	2.575

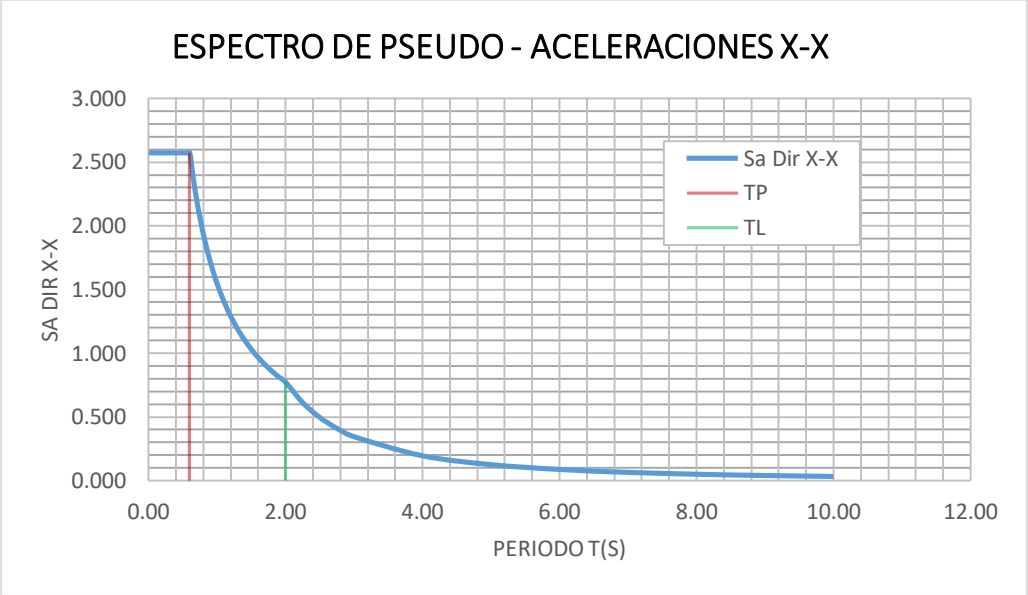
C	**T**	**Sa Dir X-X**
1.67	0.90	1.717
1.58	0.95	1.626
1.50	1.00	1.545

2.50	0.06	2.575
2.50	0.08	2.575
2.50	0.10	2.575
2.50	0.12	2.575
2.50	0.14	2.575
2.50	0.16	2.575
2.50	0.18	2.575
2.50	0.20	2.575
2.50	0.25	2.575
2.50	0.30	2.575
2.50	0.35	2.575
2.50	0.40	2.575
2.50	0.45	2.575
2.50	0.50	2.575
2.50	0.55	2.575
2.50	0.60	2.575
2.31	0.65	2.377
2.14	0.70	2.207
2.00	0.75	2.060
1.88	0.80	1.931
1.76	0.85	1.818

1.36	1.10	1.405
1.25	1.20	1.288
1.15	1.30	1.189
1.07	1.40	1.104
1.00	1.50	1.030
0.94	1.60	0.966
0.88	1.70	0.909
0.83	1.80	0.858
0.79	1.90	0.813
0.75	2.00	0.773
0.59	2.25	0.610
0.48	2.50	0.494
0.40	2.75	0.409
0.33	3.00	0.343
0.19	4.00	0.193
0.12	5.00	0.124
0.08	6.00	0.086
0.06	7.00	0.063
0.05	8.00	0.048
0.04	9.00	0.038
0.03	10.00	0.031

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1. Espectro de pseudo – Aceleraciones X-X



Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Espectro de pseudo – aceleraciones Y-Y

C	T	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	2.207
2.50	0.02	2.207
2.50	0.04	2.207
2.50	0.06	2.207
2.50	0.08	2.207
2.50	0.10	2.207
2.50	0.12	2.207
2.50	0.14	2.207
2.50	0.16	2.207
2.50	0.18	2.207
2.50	0.20	2.207
2.50	0.25	2.207
2.50	0.30	2.207
2.50	0.35	2.207
2.50	0.40	2.207

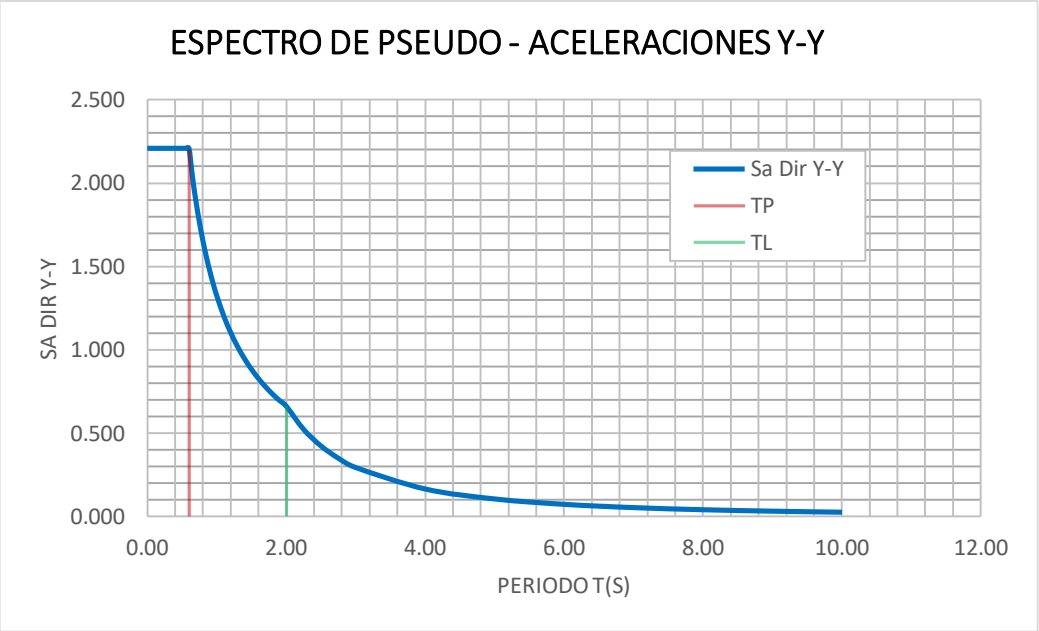
C	T	Sa Dir Y-Y
1.67	0.90	1.472
1.58	0.95	1.394
1.50	1.00	1.324
1.36	1.10	1.204
1.25	1.20	1.104
1.15	1.30	1.019
1.07	1.40	0.946
1.00	1.50	0.883
0.94	1.60	0.828
0.88	1.70	0.779
0.83	1.80	0.736
0.79	1.90	0.697
0.75	2.00	0.662
0.59	2.25	0.523
0.48	2.50	0.424

2.50	0.45	2.207
2.50	0.50	2.207
2.50	0.55	2.207
2.50	0.60	2.207
2.31	0.65	2.037
2.14	0.70	1.892
2.00	0.75	1.766
1.88	0.80	1.655
1.76	0.85	1.558

0.40	2.75	0.350
0.33	3.00	0.294
0.19	4.00	0.166
0.12	5.00	0.106
0.08	6.00	0.074
0.06	7.00	0.054
0.05	8.00	0.041
0.04	9.00	0.033
0.03	10.00	0.026

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2. Espectro de pseudo – Aceleraciones Y-Y



Fuente: Elaboración propia.

Aspectos generales para el análisis estructural

El análisis se hizo con el programa ETABS (versión 17).

La edificación fue analizada con modelos tridimensionales, para el análisis se asumen las losas como elementos infinitamente rígidos frente a acciones en su plano. También se supuso comportamiento elástico y lineal. Los elementos de concreto armado se representaron con elementos lineales. La rigidez de los elementos estructurales fué

determinada sin tener en cuenta el refuerzo. Estas hipótesis resultan en una estimación conservadora de las fuerzas.

Los muros de albañilería se modelaron con elementos de cáscara, con rigideces de membrana y de flexión, aun cuando estas últimas son poco significativa.

Modelo N°1 – Concreto tradicional

Aspectos generales

Para este modelo se consideró el concreto tradicional, el cual será el formato patrón para realizar el análisis y diseño estructural.

Configuración estructural

Para el este modelo se utilizará las siguientes propiedades mecánicas:

- ✓ Resistencia a la Compresión (f'c) = 210 Kg/cm2
- ✓ Resistencia a la Tracción (Tc) = 24.48 Kg/cm2
- ✓ Resistencia a la Flexión (Fc) = 38 Kg/cm2
- ✓ Módulo de Elasticidad (Ec) = 217370.65 Kg/cm2
- ✓ Esfuerzo de Fluencia del acero (fy) = 4200 Kg/cm2

Como se puede apreciar en la **Figura 50**. De acuerdo a las propiedades del concreto que se establecieron, se determinó la curva de esfuerzo – deformación.

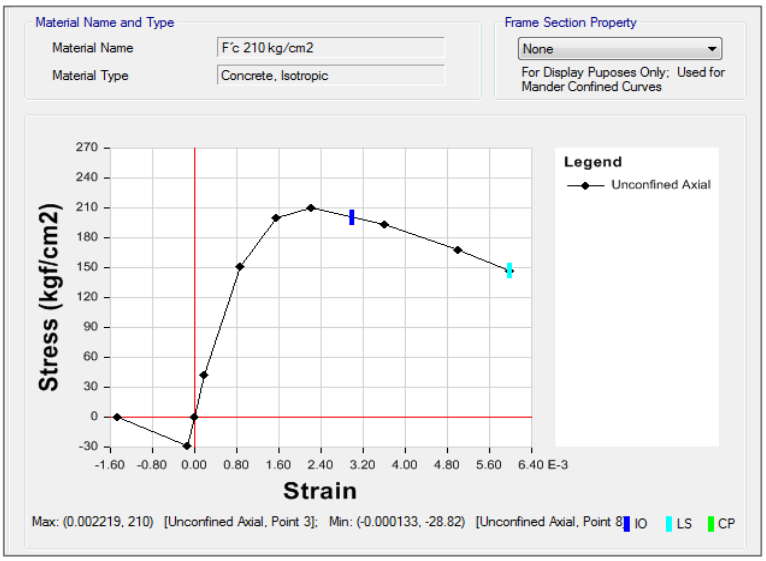


Figura 50. Curva Esfuerzo-Deformación, concreto tradicional

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos laterales

La tabla que a continuación se muestra, indica la traslación en planta de los diafragmas para cada nivel. Los valores expuestos fueron obtenidos multiplicando los resultados obtenidos en el software de análisis por 0.75 R para sistemas estructurales regular y 0.85 R para sistemas estructurales irregulares, conforme está especificado en la norma vigente.

Distorsiones de entrepiso eje x-x

En la **Figura 51**. Se determinaron las derivas de cada nivel en función a la aceleración espectral X-X. Así mismo los resultados obtenidos se detallarán en la **Tabla 27**.

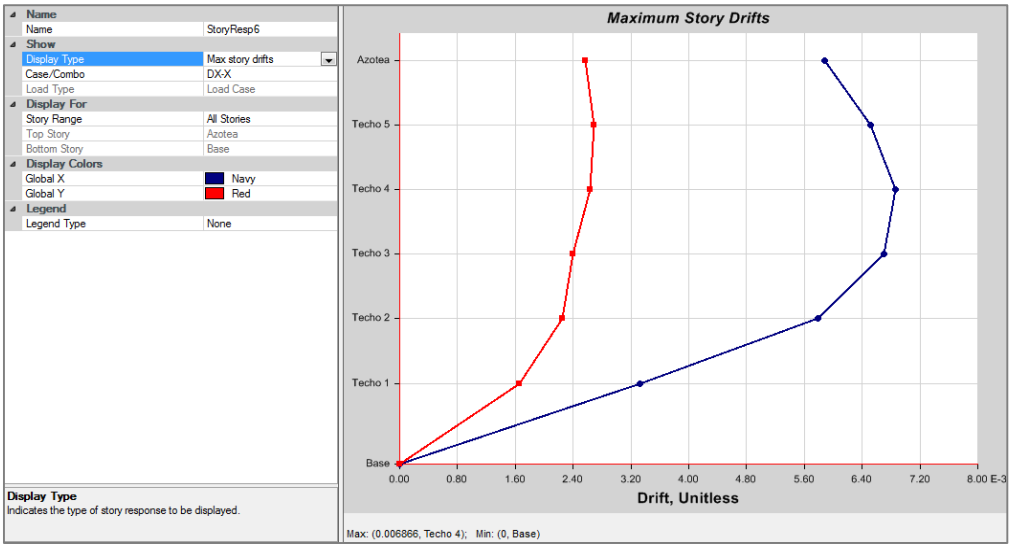


Figura 51. Curva Distorsión de entrepiso-Elevación X-X, concreto tradicional.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Distorsiones de entrepiso X-X, concreto tradicional.

NIVEL	ELEVACION (cm)	X-X	Y-Y	E.030	
Azotea	1875	0.005876	0.002568	0.007	OK
Techo 5	1575	0.006522	0.002682	0.007	OK
Techo 4	1275	0.006866	0.002642	0.007	OK
Techo 3	975	0.006701	0.0024	0.007	OK
Techo 2	675	0.005794	0.002257	0.007	OK
Techo 1	375	0.003326	0.001661	0.007	OK

Fuente: Elaboración propia

Distorsiones de entrepiso eje y-y

En la **Figura 52**. Se determinaron las derivas de cada nivel en función a la aceleración espectral Y-Y. Así mismo los resultados obtenidos se detallarán en la **Tabla 28**

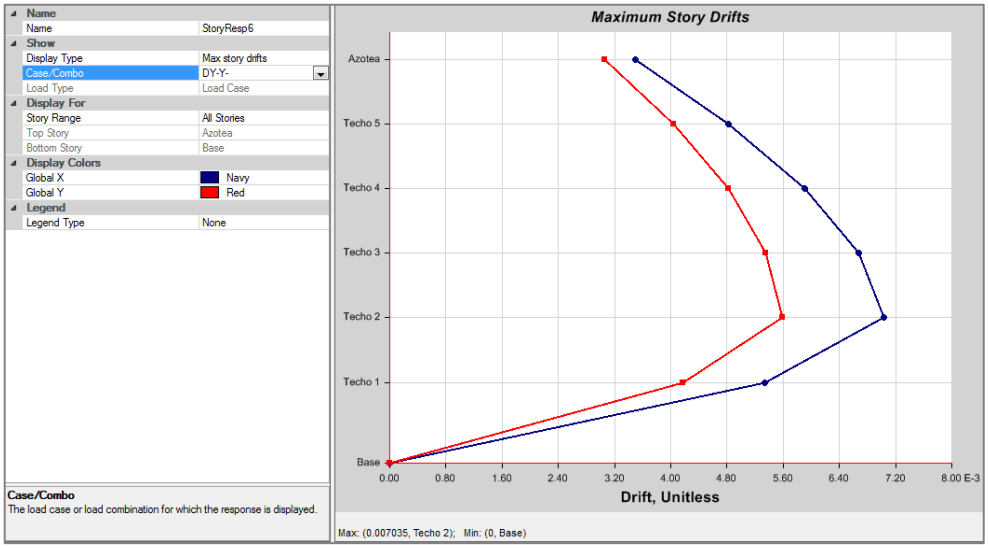


Figura 52. Curva Distorsión de entrepiso-Elevación Y-Y, concreto tradicional.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Distorsiones de entrepiso Y-Y, concreto tradicional.

NIVEL	ELEVACION (cm)	X-X	Y-Y	E.030

Azotea	1875	0.003498	0.003054	**0.007**	**OK**
Techo 5	1575	0.004823	0.004036	**0.007**	**OK**
Techo 4	1275	0.005902	0.004821	**0.007**	**OK**
Techo 3	975	0.006673	0.005348	**0.007**	**OK**
Techo 2	675	0.006947	0.005583	**0.007**	**OK**
Techo 1	375	0.005337	0.004175	**0.007**	**OK**

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar tanto en la dirección Y-Y como en la dirección X-X, las distorsiones de entrepiso son menores que el máximo permitido de 0.7% en la norma técnica E.030.

Estas derivas no resultaron de la casualidad ni de un caso fortuito en que la falla por desplazamiento se dé cuando la deriva pase el valor establecido de 0.007, este valor fue buscado en el diseño para exigir al máximo al concreto tradicional, aunque cuenta con derivas de hasta 0.0069 esto no implica que exista una falla, ya que está dentro del parámetro de lo aceptable, puede ser mejorado sí, pero esto se logrará a través del uso de la fibra de acero.

Gráficos de los diagramas de momentos, diagramas de fuerza cortante en cada eje portante debido al sismo.

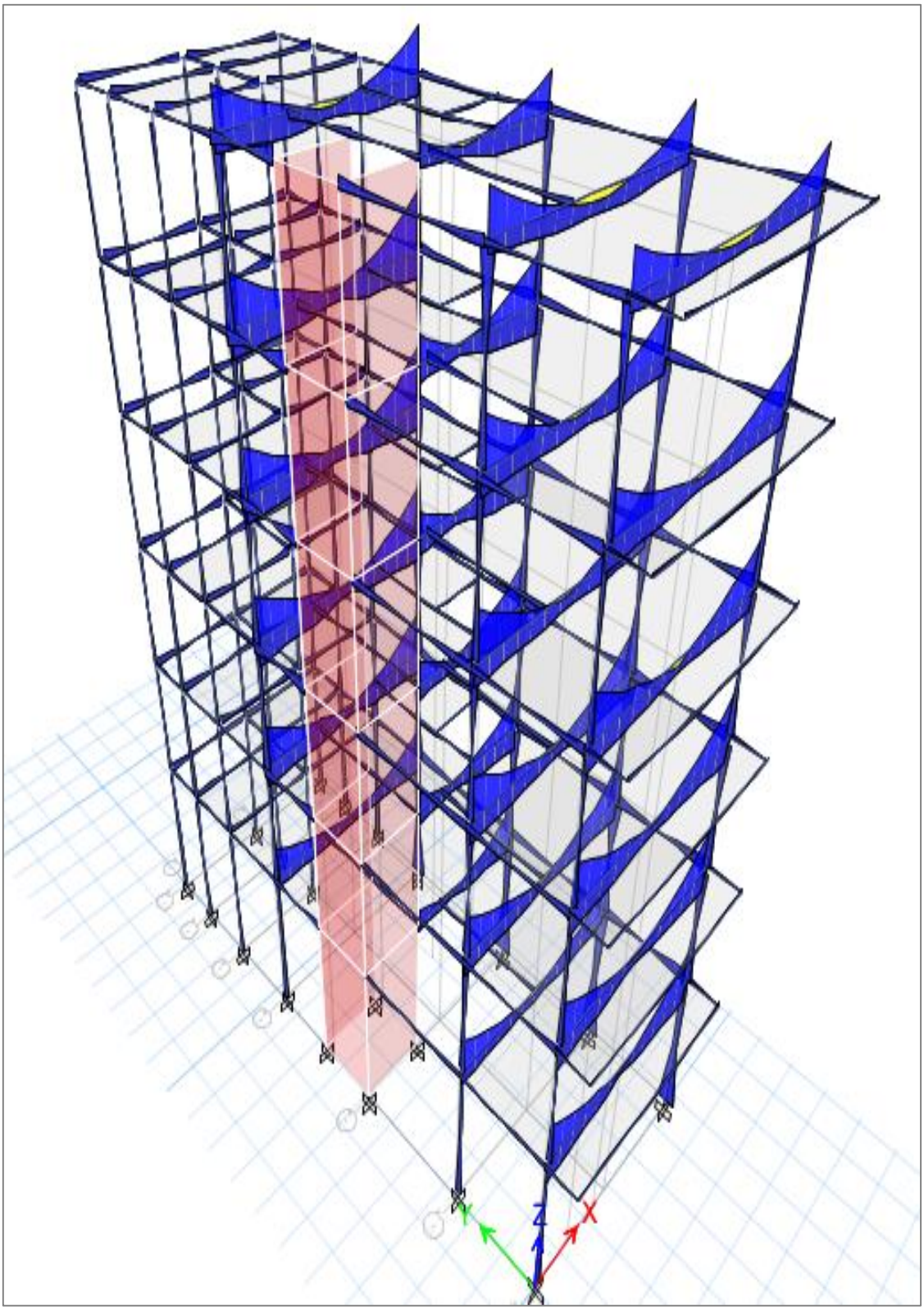


Figura 53. Diagrama de momento flector COMBO: 1.25 (CM + CV) + SSX

Fuente: Elaboración propia

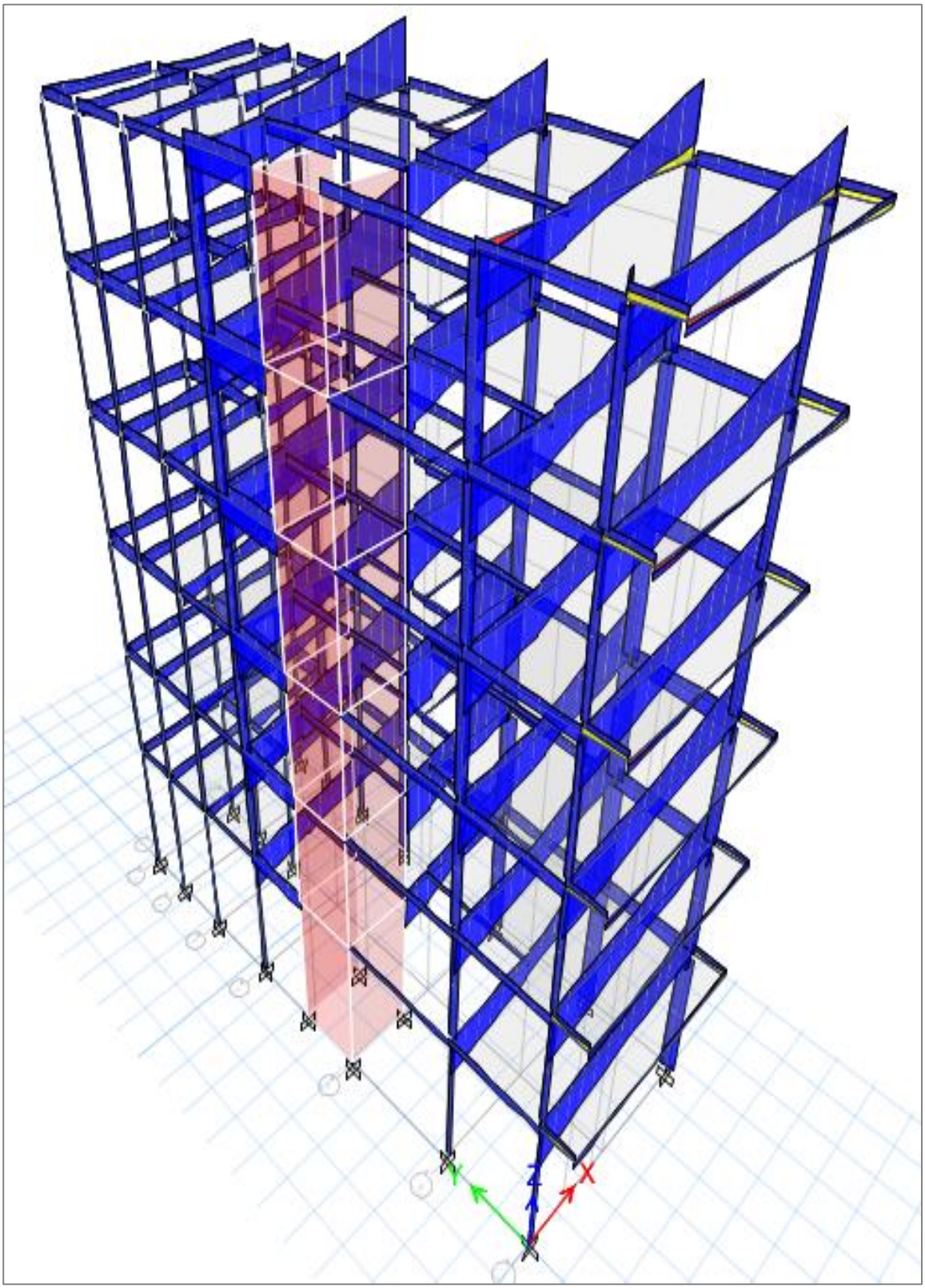


Figura 54. Diagrama de fuerza cortante COMBO: 1.25 (CM + CV) + SSX

Fuente: Elaboración propia

Diseño de elementos estructurales

. Las combinaciones de cargas que se han considerado para su aplicación en el método de diseño de carga última para los elementos de concreto armado, son:

- ✓ COMB 1: 1.4CM + 1.7CV
- ✓ COMB 2: 1.25CM + 1.25CV + - SX
- ✓ COMB 3: 1.25CM + 1.25CV + - SY
- ✓ COMB 4: 0.9CM + - SX
- ✓ COMB 5: 0.9CM + - SY

Diseño de vigas

El diseño de las vigas de la edificación, a flexión y corte, se ha desarrollado con la envolvente de las combinaciones antes mencionadas. Esto se ha realizado a partir de los diagramas de momento flector y fuerza cortante que arroja el software donde se ha elaborado el análisis estructural. A continuación, se muestra la cantidad de acero requerido en la zona más crítica con el fin de uniformizar el diseño. Para este trabajo se optará por diseñar la viga que se encuentre sometida a mayores esfuerzos.

Diseño VP – 30 X 50 (EJE 4-4)

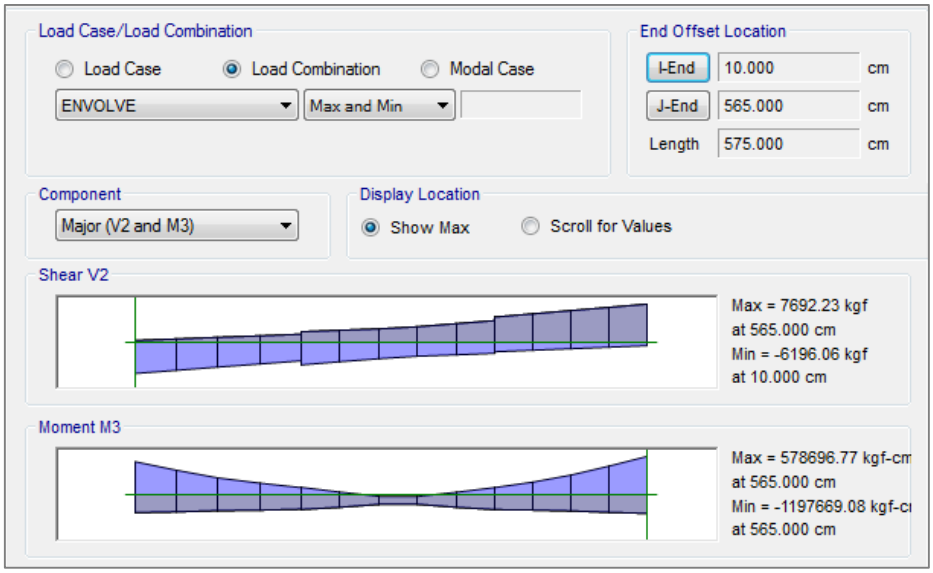


Figura 55. Diagrama de fuerza cortante COMBO: ENVOLVENTE
Fuente: Propia

a) Diseño por flexión

			b =	30	cm
$Mu+=$	578700.0	Kg/cm2	h =	50	cm
$Mu+=$	5.787	ton/m2	d =	44	cm
Esfuerzo de compresión del concreto =	210	kg/cm2			
Esfuerzo de fluencia del acero =	4200	kg/cm2	Asumir:	a = d/5	
			a =	8.8	

$$As = \frac{Mu}{\emptyset fy(d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{As.fy}{0.85.f'c.b}$$

Cálculo del área de acero mediante interacciones.

$$As\ min = 0.70\frac{\sqrt{f'c}}{fy}bw.d$$

1er	As =	3.866	cm2					
	a =	3.032	cm		As min =	2.97	cm2	
2da	As =	3.604	cm2	3.604	>	2.97	OK	
	a =	2.826	cm					
					Se utilizará =	3.604	cm2	
					2Ø5/8"=	4.000	cm2	**OK**

Para el As+ se utilizará 2Ø5/8"

$Mu-=$	1199700.0	Kg/cm2
$Mu-=$	11.997	ton/m2

Cálculo del área de acero mediante interacciones.

$$As\ min = 0.70\frac{\sqrt{f'c}}{fy}bw.d$$

1er	As =	8.015	cm2					
	a =	6.286	cm		As min =	2.97	cm2	
2da	As =	7.768	cm2	7.768	>	2.97	OK	
	a =	6.093	cm					
					Se utilizará =	7.768	cm2	
					4Ø5/8" =	8.000	cm2	**OK**

Para el As- se utilizará 4Ø5/8"

b) Diseño por corte

Vu = 7.692 ton /m2

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}\,.bw.d$$

Vc = 10.138 ton /m2

$$Vn = \frac{Vu}{\emptyset}$$

Vn = 9.049 ton /m2

Longitud de confinamiento (lo)

Lo = 2(h) = 100 cm

Se utilizará

Ø3/8" 1@0.05, 4@0.10, 3@0.15 Resto @0.25m

Diseño de columnas

El diseño de las columnas sobre las que se apoyan la edificación, se ha realizado a partir de los diagramas de momento flector, fuerza cortante y fuerza axial que calcula el software donde se ha elaborado el análisis estructural como se muestra en la **Figura 56**.

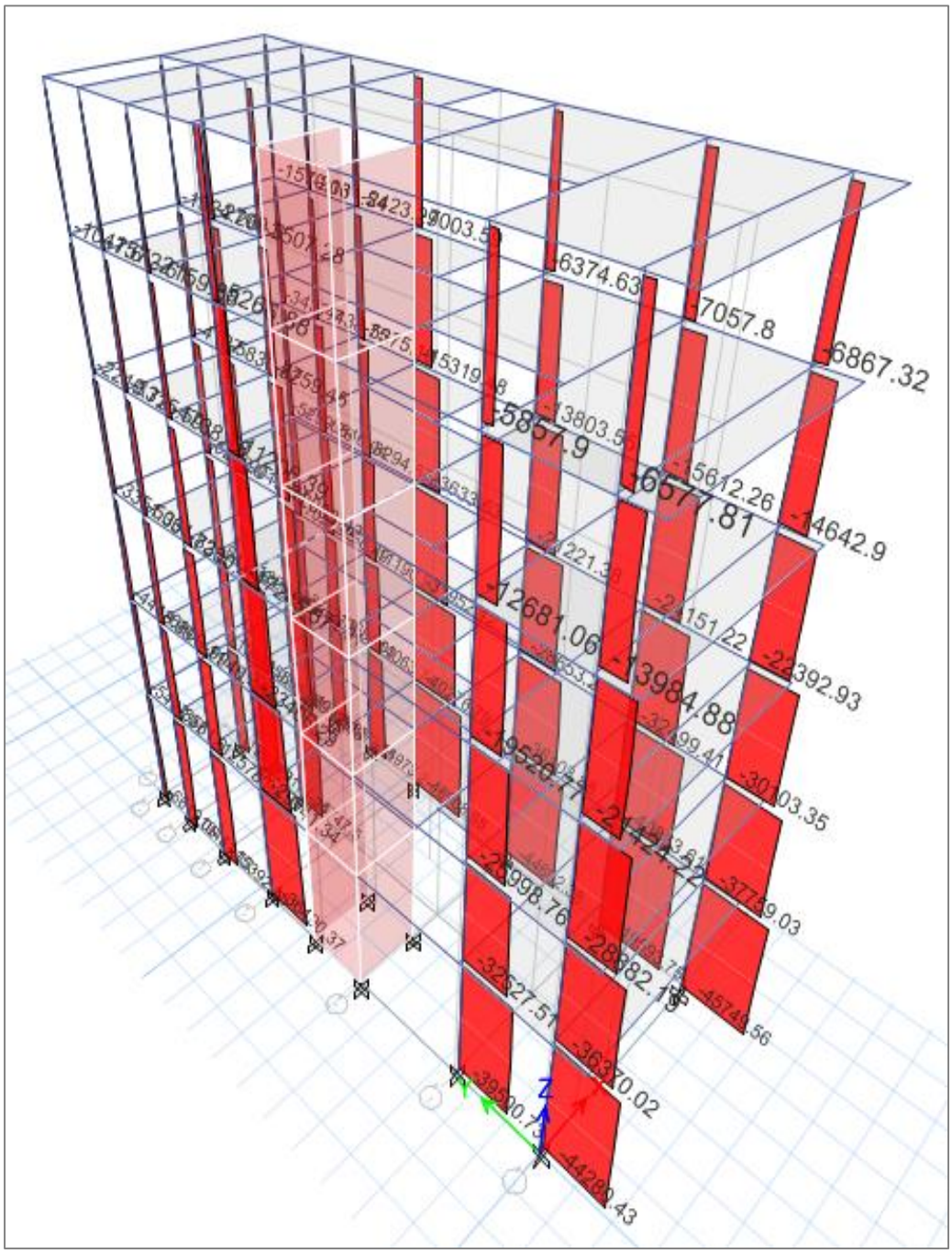


Figura 56. Diagrama de fuerza axial COMBO: 1.4CM +1.7CV

Fuente: Elaboración propia

Debido a la correcta estructuración, existe una adecuada distribución sísmica hacia los elementos de soporte, por lo cual las columnas solo requieren acero mínimo. Así mismo se diseñará las columnas que se encuentran sujetas a mayores esfuerzos.

-Diseño C1 – 30 X 50 (EJE 4-4)

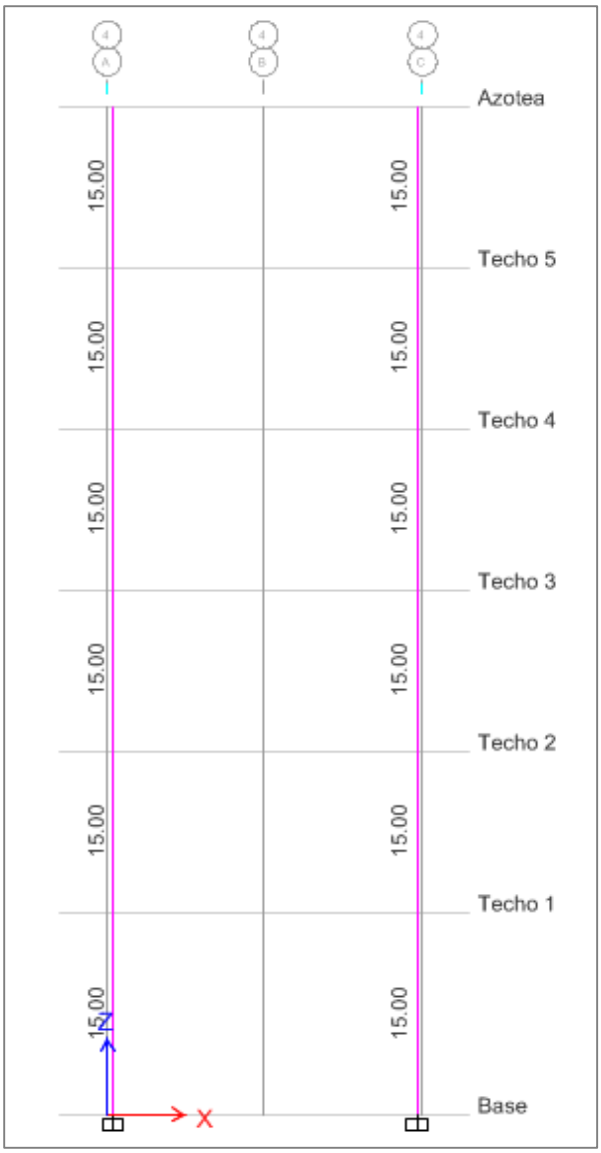


Figura 57. *Acero mínimo requerido en columnas* COMBO: 1.4CM + 1.7CV

Fuente: Elaboración propia

Área de columna C1: 1500 cm2

Acero mínimo otorgado por el software (1%): 15.00 cm2 **OK**

Modelo N°2 – Concreto fibroacerado al 0.5%

Aspectos generales

Para este modelo se consideró el concreto fibroacerado al 0.5%, para el cual se aplicarán las propiedades obtenidas mediante los ensayos para realizar el análisis y diseño estructural.

Configuración estructural

Para el este modelo se utilizará las siguientes propiedades mecánicas:

- ✓ Resistencia a la Compresión (f'c) = 255 Kg/cm2
- ✓ Resistencia a la Tracción (Tc) = 30.0 Kg/cm2
- ✓ Resistencia a la Flexión (Fc) = 40.8 Kg/cm2
- ✓ Módulo de Elasticidad (Ec) = 239530.79 Kg/cm2
- ✓ Esfuerzo de Fluencia del acero (fy) = 4200 Kg/cm2

Como se puede apreciar en la **Figura 58**. De acuerdo a las propiedades del nuevo material que se estableció, se determinó la curva de esfuerzo – deformación.

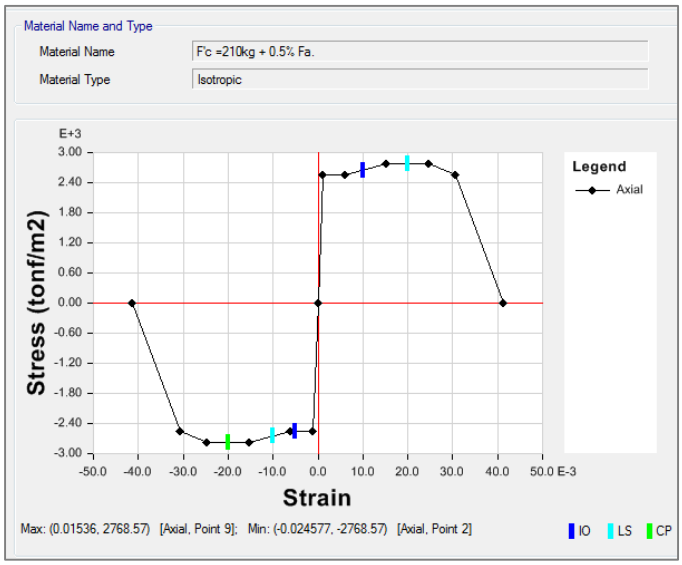


Figura 58. Curva Esfuerzo-Deformación, concreto fibroacerado 0.5%.

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos laterales

La tabla que a continuación se muestra, indica la traslación en planta de los diafragmas para cada nivel. Los valores expuestos fueron obtenidos multiplicando los resultados obtenidos en el software de análisis por 0.75 R para sistemas estructurales regular y 0.85 R para sistemas estructurales irregulares, conforme está especificado en la norma vigente.

Distorsiones de entrepiso eje X-X

En la **Figura 59**. Se determinaron las derivas de cada nivel en función a la aceleración espectral X-X. Así mismo los resultados obtenidos se detallarán en la **Tabla 29**.

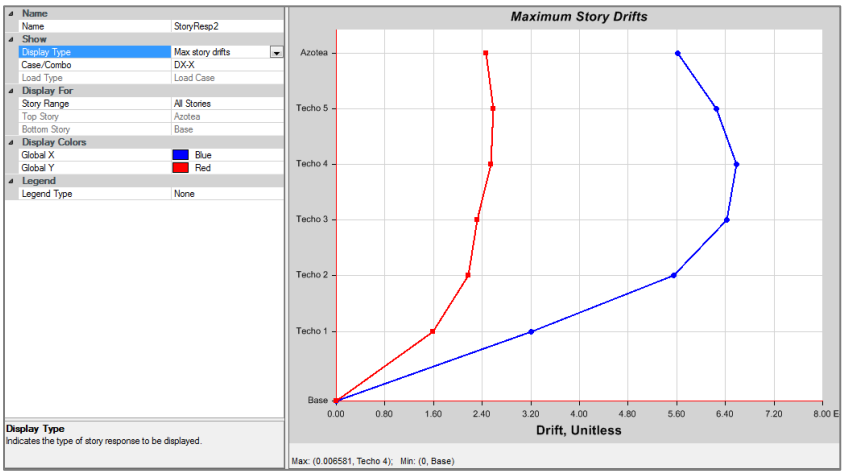


Figura 59. Curva Distorsión de entrepiso-Elevación X-X, concreto fibroacerado 0.5%.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Distorsiones de entrepiso X-X, concreto fibroacerado 0.5%.

NIVEL	ELEVACIÓN (cm)	X-X	Y-Y	E.030	
Azotea	1875	0.005619	0.002462	**0.007**	**OK**
Techo 5	1575	0.006246	0.002577	**0.007**	**OK**
Techo 4	1275	0.006581	0.002541	**0.007**	**OK**
Techo 3	975	0.006425	0.002312	**0.007**	**OK**
Techo 2	675	0.005555	0.00217	**0.007**	**OK**
Techo 1	375	0.003199	0.001591	**0.007**	**OK**

Fuente: Elaboración propia

Distorsiones de entrepiso eje Y-Y

En la **Figura 60**. Se determinaron las derivas de cada nivel en función a la aceleración espectral Y-Y. Así mismo los resultados obtenidos se detallarán en la Tabla 2.

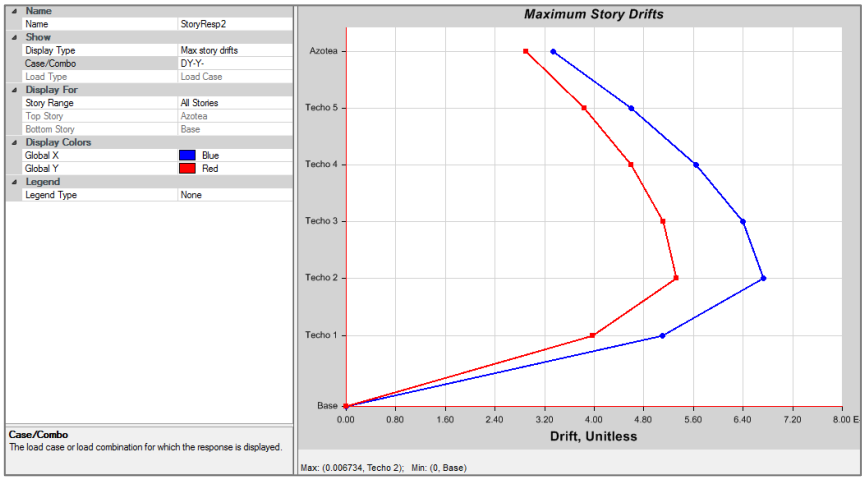


Figura 60. Curva Distorsión de entrepiso-Elevación Y-Y, concreto fibroacerado 0.5%.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Distorsiones de entrepiso Y-Y, concreto fibroacerado 0.5%.

NIVEL	ELEVACIÓN (cm)	X-X	Y-Y	E.030	
Azotea	1875	0.003337	0.002905	**0.007**	**OK**
Techo 5	1575	0.004601	0.003837	**0.007**	**OK**
Techo 4	1275	0.005648	0.004598	**0.007**	**OK**
Techo 3	975	0.006397	0.005112	**0.007**	**OK**
Techo 2	675	0.006734	0.00533	**0.007**	**OK**
Techo 1	375	0.005097	0.003975	**0.007**	**OK**

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar tanto en la dirección Y-Y como en la dirección X-X, las distorsiones de entrepiso son menores que el máximo permitido de 0.7% en la norma técnica E.030.

Gráficos de los diagramas de momentos, diagramas de fuerza cortante en cada eje portante debido al sismo.

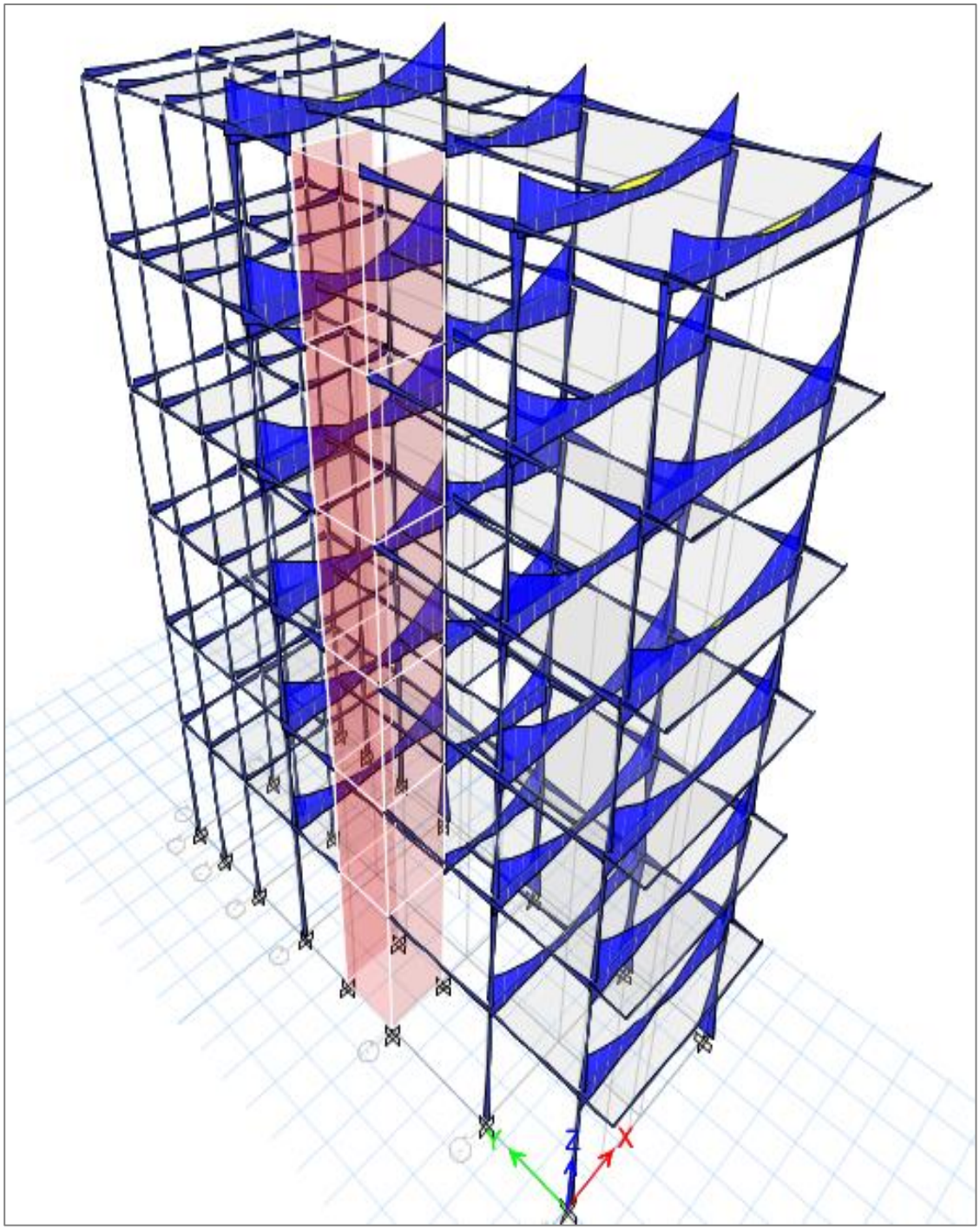


Figura 61. Diagrama de momento flector COMBO: 1.25 (CM + CV) + SSX

Fuente: Elaboración propia

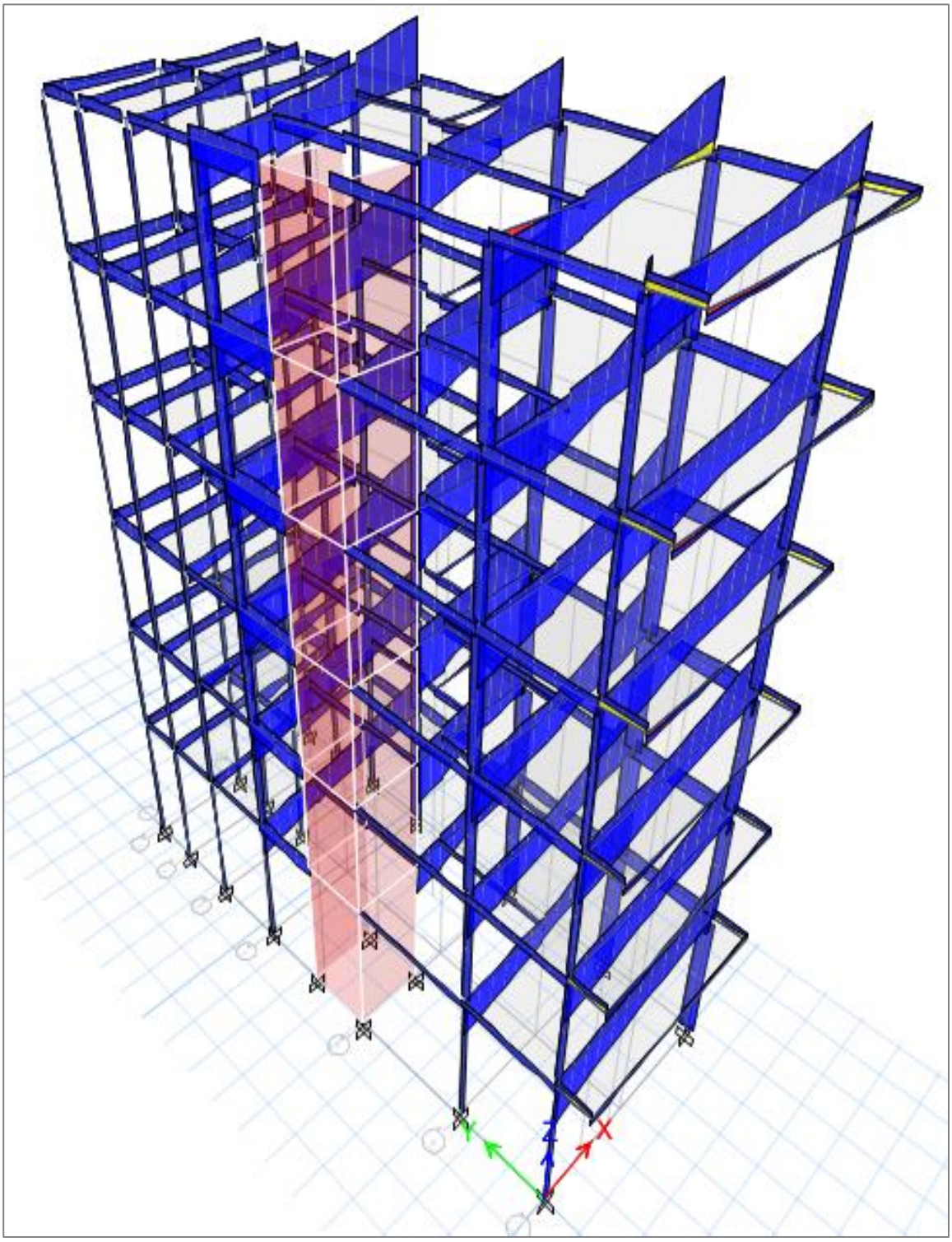


Figura 62. Diagrama de fuerza cortante COMBO: 1.25 (CM + CV) + SSX

Fuente: Elaboración propia

Diseño de elementos estructurales

Las combinaciones de cargas que se han considerado para su aplicación en el método de diseño de carga última para los elementos de concreto armado, son:

- ✓ COMB 1: 1.4CM + 1.7CV
- ✓ COMB 2: 1.25CM + 1.25CV + - SX
- ✓ COMB 3: 1.25CM + 1.25CV + - SY
- ✓ COMB 4: 0.9CM + - SX
- ✓ COMB 5: 0.9CM + - SY

Diseño de vigas

El diseño de las vigas de la edificación, a flexión y corte, se ha desarrollado con la envolvente de las combinaciones antes mencionadas. Esto se ha realizado a partir de los diagramas de momento flector y fuerza cortante que arroja el software donde se ha elaborado el análisis estructural. A continuación, se muestra la cantidad de acero requerido en la zona más crítica con el fin de uniformizar el diseño. Para este trabajo se optará por diseñar la viga que se encuentre sometida a mayores esfuerzos.

Diseño VP – 30 X 50 (EJE 4-4)

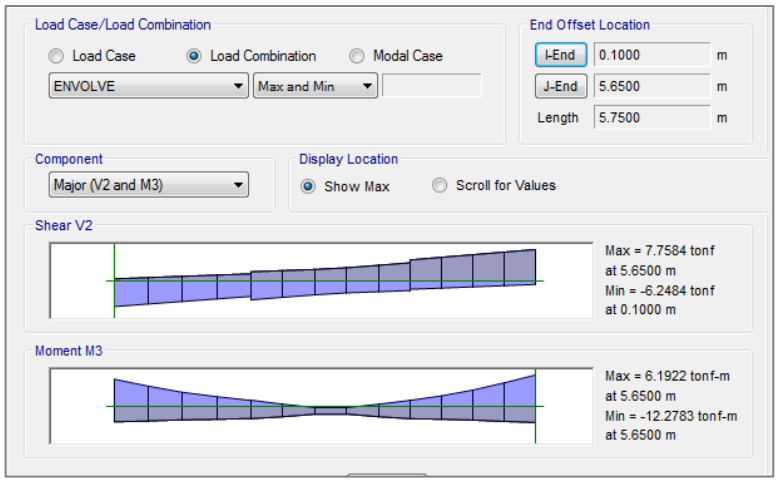


Figura 63. Diagrama de fuerza cortante, concreto fibroacerado 0.5%. COMBO: ENVOLVENTE

Fuente: Elaboración propia

a) Diseño por flexión

			b =	30	cm
Mu+ =	619220.0	Kg/cm2	h =	50	cm
Mu+ =	6.1922	ton/m2	d =	44	cm
Esfuerzo de compresión del concreto =	255	kg/cm2			
Esfuerzo de fluencia del acero =	4200	kg/cm2	Asumir:	a = d/5	
			a =	8.8	

$$As = \frac{Mu}{\emptyset fy(d - \frac{a}{2})}$$

$$a = \frac{As.fy}{0.85.f'c.b}$$

Cálculo del area de acero mediante interacciones

$$As\ min = 0.70\frac{\sqrt{f'c}}{fy}bw.d$$

1er	As =	4.137	cm2					
	a =	2.672	cm		As min =	2.97	cm2	
2da	As =	3.840	cm2	3.840	>	2.97	OK	
	a =	2.480	cm					
					Se utilizará =	3.840	cm2	
					2Ø5/8"=	4.000	cm2	**OK**

Para el As+ se utilizará 2Ø5/8"

Mu- =	1227800.0	Kg/cm2
Mu- =	12.278	ton/m2

Cálculo del area de acero mediante interacciones

$$As\ min = 0.70\frac{\sqrt{f'c}}{fy}bw.d$$

1er	As =	8.202	cm2					
	a =	5.298	cm		As min =	2.97	cm2	
2da	As =	7.855	cm2	7.855	>	2.97	OK	
	a =	5.074	cm					
					Se utilizará =	7.855	cm2	
					4Ø5/8" =	8.000	cm2	**OK**

Para el As- se utilizará 4Ø5/8"

b) Diseño por corte

Vu = 7.7584 ton /m2

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c}\,.bw.d$$

Vc = 11.172 ton /m2

$$Vn = \frac{Vu}{\emptyset}$$

Vn = 9.128 ton /m2

Longitud de confinamiento (lo)

Lo = 2(h) = 100 cm

Se utilizará

Ø3/8" 1@0.05, 4@0.10, 3@0.15 Resto @0.25m

Diseño de columnas

El diseño de las columnas sobre las que se apoyan la edificación, se ha realizado a partir de los diagramas de momento flector, fuerza cortante y fuerza axial que calcula el software donde se ha elaborado el análisis estructural.

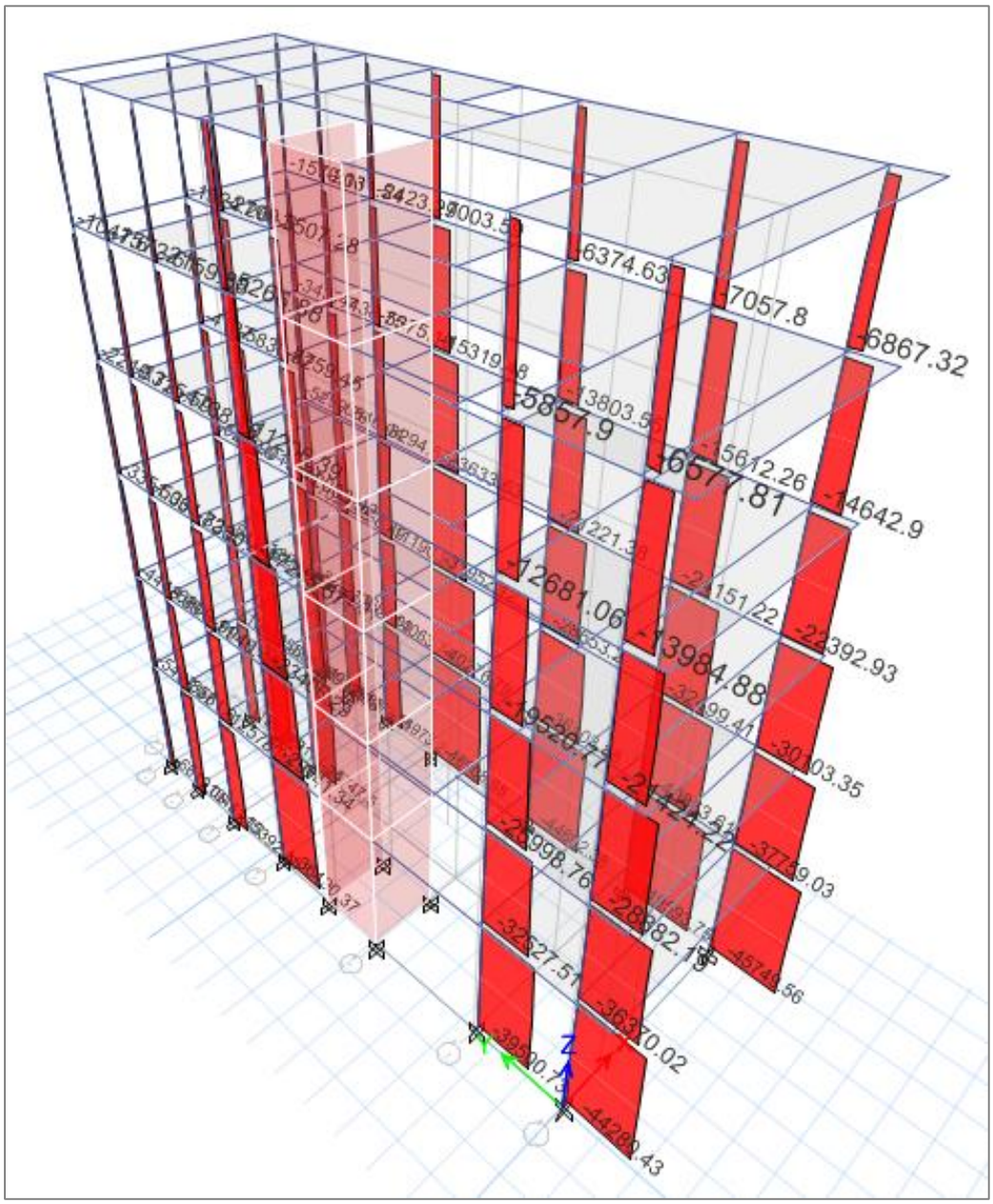


Figura 64. Diagrama de fuerza axial COMBO: 1.4CM +1.7CV

Fuente: Elaboración propia

Debido a la correcta estructuración, existe una adecuada distribución sísmica hacia los elementos de soporte, por lo cual las columnas solo requieren acero mínimo. Así mismo se diseñará las columnas que se encuentran sujetas a mayores esfuerzos.

-Diseño C1 – 30 X 50 (EJE 4-4)

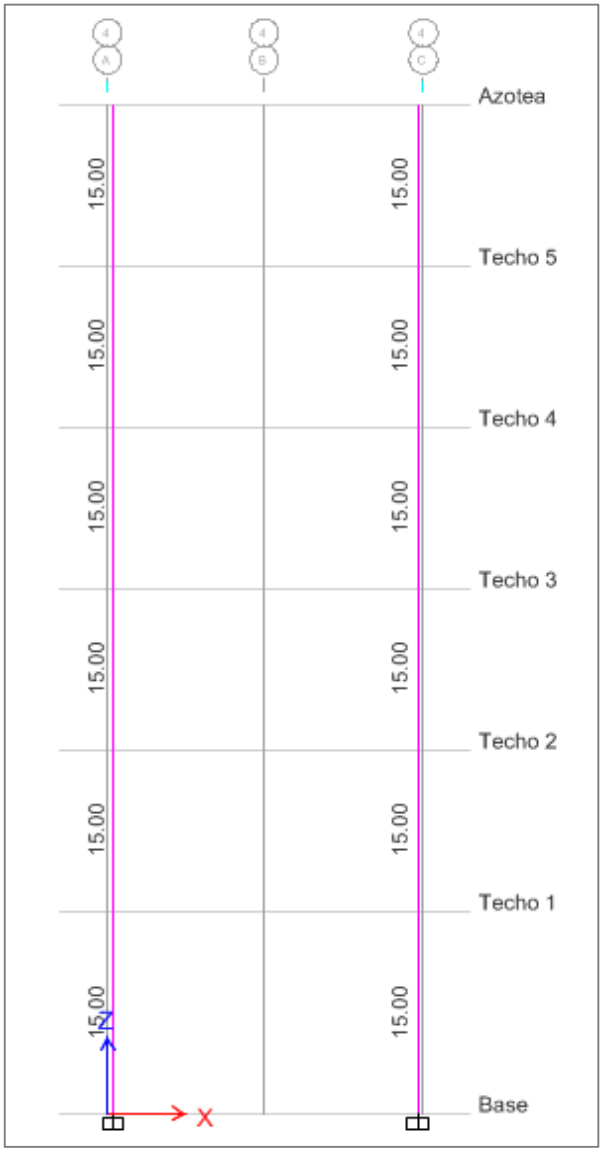


Figura 65. Acero mínimo requerido en columnas COMBO: 1.4CM + 1.7CV

Fuente: Elaboración propia

Área de columna C1: 1500 cm2

Acero mínimo otorgado por el software (1%): 15.00 cm2 **OK**

Modelo N°3 – Concreto fibroacerado al 2%

Aspectos generales

Para este modelo se consideró el concreto fibroacerado al 2%, para el cual se aplicarán las propiedades obtenidas mediante los ensayos para realizar el análisis y diseño estructural.

Configuración estructural

Para el este modelo se utilizará las siguientes propiedades mecánicas:

- ✓ Resistencia a la Compresión (f'c) = 203 Kg/cm2
- ✓ Resistencia a la Tracción (Tc) = 49.43 Kg/cm2
- ✓ Resistencia a la Flexión (Fc) = 48.0 Kg/cm2
- ✓ Módulo de Elasticidad (Ec) = 213717.10 Kg/cm2
- ✓ Esfuerzo de Fluencia del acero (fy) = 4200 Kg/cm2

Como se puede apreciar en la **Figura 66**. De acuerdo a las propiedades del nuevo material que se estableció, se determinó la curva de esfuerzo – deformación.

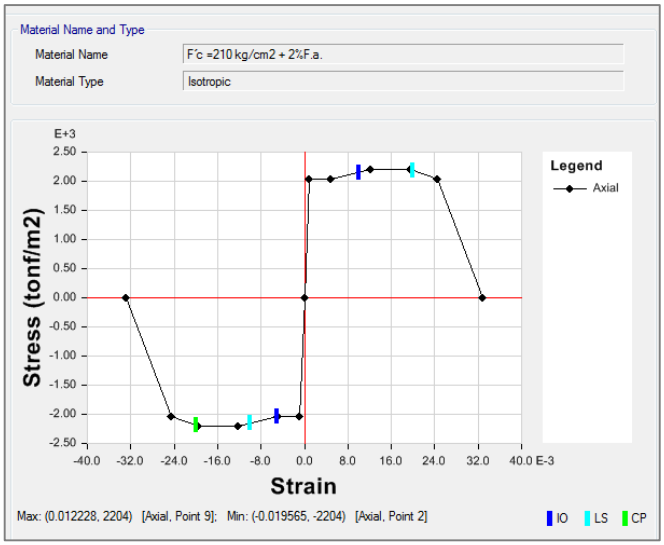


Figura 66. Curva Esfuerzo-Deformación, concreto fibroacerado 2%.

Fuente: Elaboración propia

Desplazamientos laterales

La tabla que a continuación se muestra, indica la traslación en planta de los diafragmas para cada nivel. Los valores expuestos fueron obtenidos multiplicando los resultados obtenidos en el software de análisis por 0.75 R para sistemas estructurales regular y 0.85 R para sistemas estructurales irregulares, conforme está especificado en la norma vigente.

Distorsiones de entrepiso eje X-X

En la **Figura 67**. Se determinaron las derivas de cada nivel en función a la aceleración espectral X-X. Así mismo los resultados obtenidos se detallarán en la **Tabla 31**.

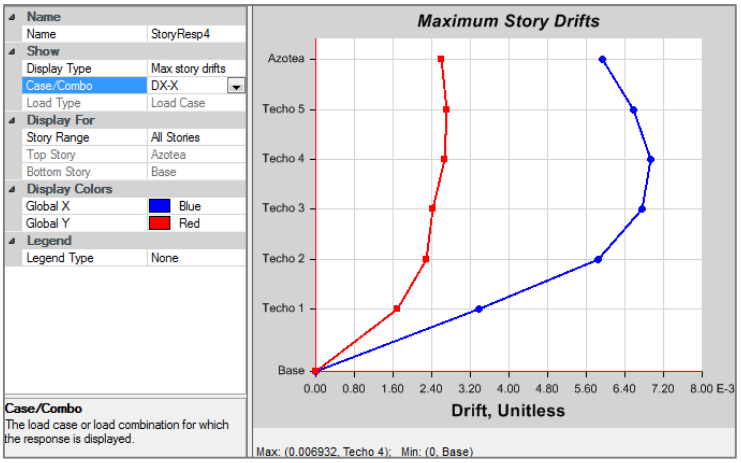


Figura 67. Curva Distorsión de entrepiso-Elevación X-X, concreto fibroacerado 2%.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Distorsiones de entrepiso X-X, concreto fibroacerado 2%.

NIVEL	ELEVACIÓN (cm)	X-X	Y-Y	E.030	
Azotea	1875	0.005931	0.002594	**0.007**	**OK**
Techo 5	1575	0.006586	0.002712	**0.007**	**OK**
Techo 4	1275	0.006932	0.002672	**0.007**	**OK**
Techo 3	975	0.006765	0.002429	**0.007**	**OK**
Techo 2	675	0.005853	0.002286	**0.007**	**OK**
Techo 1	375	0.00337	0.001682	**0.007**	**OK**

Fuente: Elaboración propia

Distorsiones de entrepiso eje Y-Y

En la **Figura 68**. Se determinaron las derivas de cada nivel en función a la aceleración espectral Y-Y. Así mismo los resultados obtenidos se detallarán en la **Tabla 32**.

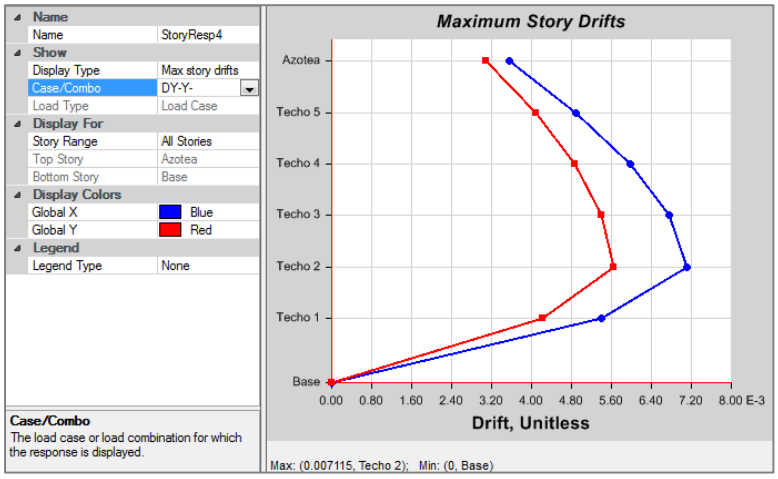


Figura 68. Curva Distorsión de entrepiso-Elevación Y-Y, concreto fibroacerado 2%.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Distorsiones de entrepiso Y-Y, concreto fibroacerado 2%.

NIVEL	ELEVACIÓN (cm)	X-X	Y-Y	E.030	
Azotea	1875	0.003549	0.003088	**0.007**	**OK**
Techo 5	1575	0.004891	0.004081	**0.007**	**OK**
Techo 4	1275	0.005977	0.004873	**0.007**	**OK**
Techo 3	975	0.006751	0.005404	**0.007**	**OK**
Techo 2	675	0.007115	0.005641	**0.007**	
Techo 1	375	0.005399	0.004219	**0.007**	**OK**

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la dirección X-X, las distorsiones de entrepiso son menores que el máximo permitido de 0.7% en la norma técnica E.030. De igual manera en la dirección Y-Y, la distorsión supera la permitida.

La dosificación con el 2% de fibra disminuye la resistencia a la compresión siendo menor a 210 kg/cm2 se obvia el diseño de los elementos estructurales a no poseer la

capacidad de modular edificación alguna, se realizó el cuadro de derivas para además indicar que aun con incremento en la resistencia a tracción y flexión, este concreto presenta fallas.

Modelo N° 4 – Llevando al límite el diseño con concreto fibroacerado al 0.5%

Elevando un piso más al diseño con la dosificación

En la **Figura 74**. Se determinaron las derivas de cada nivel en función a la aceleración espectral X-X. Así mismo los resultados obtenidos se detallarán en la **Figura 75.**

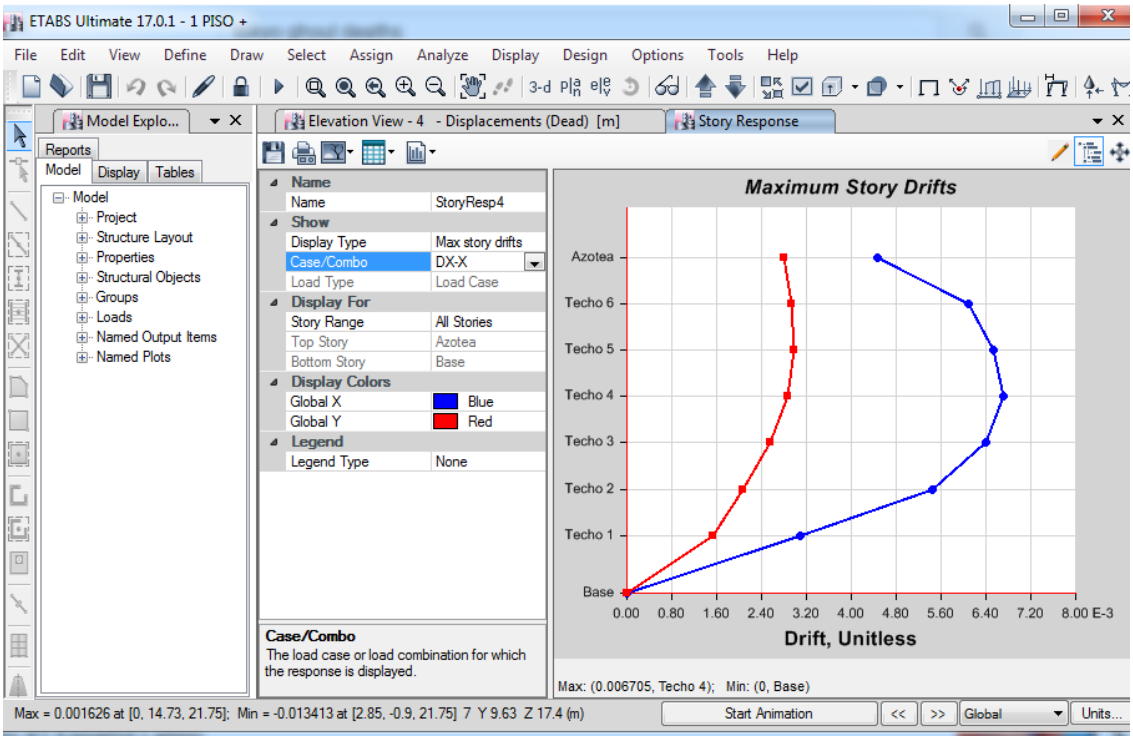


Figura 74. Curva Distorsión de entrepiso-Elevación X-X, concreto fibroacerado 0.5%.

Fuente: Elaboración propia

Story Response

	Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
▶	Azotea	21.75	Top	0.004467	0.002802
	Techo 6	18.75	Top	0.006097	0.002935
	Techo 5	15.75	Top	0.00654	0.002973
	Techo 4	12.75	Top	0.006705	0.002867
	Techo 3	9.75	Top	0.006408	0.002558
	Techo 2	6.75	Top	0.00545	0.002075
	Techo 1	3.75	Top	0.003098	0.001534
	Base	0	Top	0	0

Figura 75. Distorsiones de entrepiso X-X, concreto fibroacerado 0.5%

Fuente: Elaboración propia

En la **Figura 76**. Se determinaron las derivas de cada nivel en función a la aceleración espectral Y-Y. Así mismo los resultados obtenidos se detallarán en la **Figura 77.**

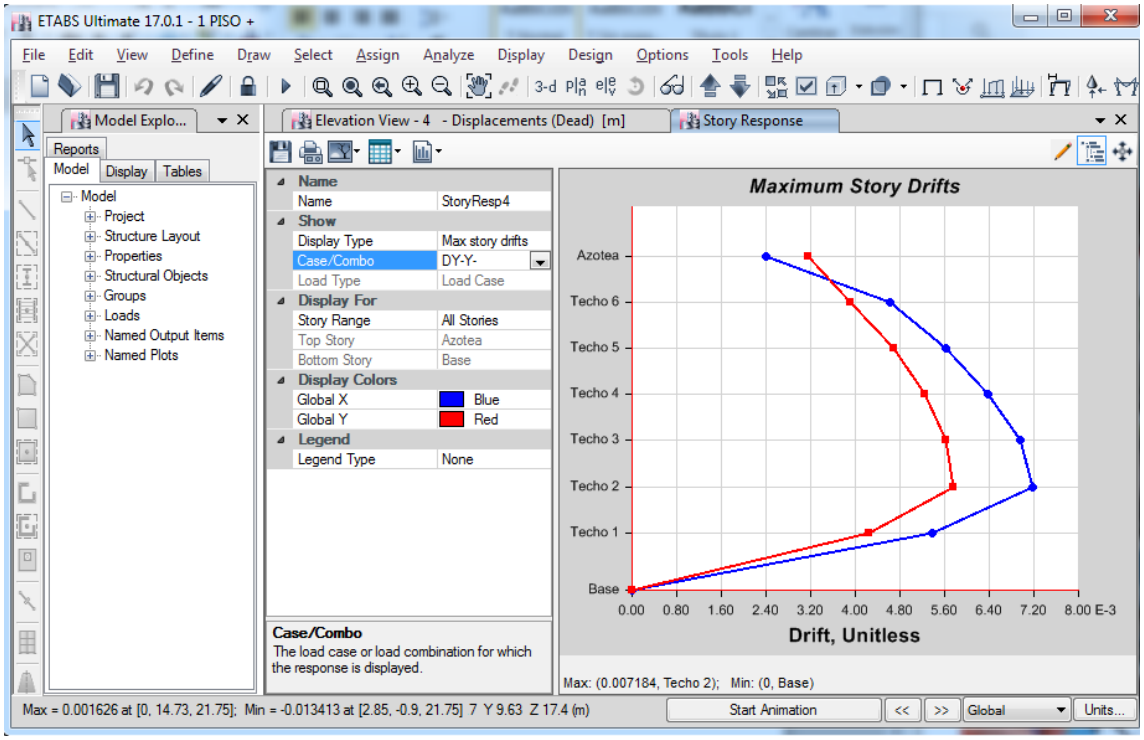
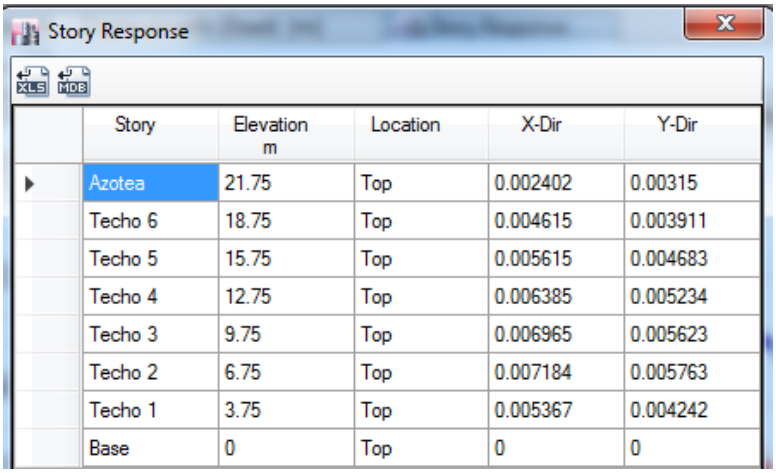


Figura 76. Curva Distorsión de entrepiso-Elevación Y-Y, concreto fibroacerado 0.5%.

Fuente: Elaboración propia



Story Response

Story	Elevation m	Location	X-Dir	Y-Dir
Azotea	21.75	Top	0.002402	0.00315
Techo 6	18.75	Top	0.004615	0.003911
Techo 5	15.75	Top	0.005615	0.004683
Techo 4	12.75	Top	0.006385	0.005234
Techo 3	9.75	Top	0.006965	0.005623
Techo 2	6.75	Top	0.007184	0.005763
Techo 1	3.75	Top	0.005367	0.004242
Base	0	Top	0	0

Figura 77. Distorsiones de entrepiso Y-Y, concreto fibroacerado 0.5%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la dirección X-X, las distorsiones de entrepiso son menores que el máximo permitido de 0.7% en la norma técnica E.030. De igual manera en la dirección Y-Y, la distorsión supera la permitida.

Se consiguió una mejora con el concreto con adición de fibra de acero al 0.5%, por ende, se evaluó insertar un piso más sobre la edificación y ver si la estructura soporta dicha carga extra, siendo un experimento fallido ya que al elevar un piso más, la edificación sobre pasa el parámetro de 0.007 en derivas, siendo u límite una edificación de 6 pisos, tiene un mejor comportamiento sísmico, sí, pero no se buscaba solo reducir la deriva si no también dotar de más pisos a la edificación

Como fue mostrado en las tablas presentadas se tiene el planteamiento de 6 pisos sin posibilidad de conseguir un mayor número de pisos o una mejora significativa, como en el artículo n. 9 de la Revista Aporte santiaguino, donde basada en la construcción local se observa que el crecimiento vertical les es limitado con edificaciones de máximo 6 pisos con la manera habitual de construcción y con los convencionales materiales para la obra, lo cual implica un cambio en alguna parte de la construcción y tratar de superar este punto de anclaje. Lograr que un concreto mejore sus propiedades mediante el uso de aditivos y micro sílice jugando con los porcentajes esperando un aumento, incrementando su funcionabilidad y beneficios para la edificación permitiendo cruzar la barrera encontrada en la ingeniería (Bedon, 2016, p. 205).

Economía del proyecto

Ante los resultados dados por el laboratorio y estos aplicado al software ETABS se observó que aumentando la fibra de acero no se logra una mejora estructural, por ende, el mismo comportamiento se obtiene con el concreto tradicional de 210 kg/cm2, que con la adición de fibra de acero.

- Comparando los precios de la edificación si ésta es realizada con concreto premezclado.

Costo del concreto con las siguientes especificaciones, en la concretera Unicon:

- SLUM : 3”- 4”
- Agregado grueso : 1/2"

- f´c : 210 kg/cm2

  Tiene un costo de 235.0 soles sin IGV por metro cúbico, siendo este valor usado para adjuntarlo como precio unitario.

La fibra de acero SIKA FIBER CHO 80/60 NB, tiene un costo de 218.10 soles por bolsa en su presentación de 20 kg de fibra.

El incremento del precio para el concreto fibroacerado al 0.5% es de 128.70 soles por metro cúbico de concreto, teniendo un costo de 406.0 soles por metro cúbico, siendo este valor usado para adjuntarlo como precio unitario.

El incremento del precio para el concreto fibroacerado al 2% es de 386.00 soles por metro cúbico de concreto, teniendo un costo de 663.00 soles por metro cúbico, siendo este valor usado para adjuntarlo como precio unitario.

- Comparando los precios de la edificación si ésta es realizada con mezcladora en obra.

El costo de elaborar la mezcla del concreto tradicional in situ: arena 127.10, piedra chancada 114.90 y cemento 194.9 soles por metro cúbico, ascendiendo a un total de 436.9 soles por metro cúbico (solo en material), siendo este valor usado para adjuntarlo como precio unitario.

El costo de elaborar la mezcla del concreto con fibra de acero al 0.5% in situ: arena 126.70, piedra chancada 114.10, cemento 207.50 y la fibra de acero 128.70 soles por metro cúbico, ascendiendo a un total de 577 soles por metro cúbico (solo en material), siendo este valor usado para adjuntarlo como precio unitario.

El costo de elaborar la mezcla del concreto con fibra de acero al 2% in situ: arena 124.80, piedra chancada 113.0, cemento 195.0 y la fibra de acero 386.0 soles por metro cúbico, ascendiendo a un total de 818.80 soles por metro cúbico (solo en material), siendo este valor usado para adjuntarlo como precio unitario.

2.6. Métodos de análisis de datos

Se requiere básicamente de datos numéricos obtenidos durante la investigación, mostrando los resultados de manera ordenada en cuadros o tablas para el trabajo y manipulación de estos. (Sabino, 1992, p. 152).

Por ende, el método de análisis será cuantitativo, adoptando esta terminología por la manera en que se obtuvieron los resultados y los valores de este (datos numéricos), a su vez, los valores pueden mostrarse en tablas como datos tangibles, operables, comparables.

Siendo está flexibilidad que tienen los resultados un aporte para la manipulación de los mismos en aplicaciones pensadas por el autor.

2.7. Aspectos éticos

Los ensayos que se han realizado para la obtención de los datos usados en en esta tesis han tenido como parámetros la normativa dada por la NTP (normas técnicas peruanas) de ensayos, tanto para el concreto fresco como el endurecido, cumpliendo así con la disciplina de los procedimientos establecidos y de esta manera trabajar con resultados verídicos y confiables al no omitir pasos en la elaboración del concreto; mezcla, herramientas y conceptos. De esta manera las nuevas características del concretos serían óptimas para su uso e inserción al software de diseño, este corresponde una edificación en el software especializado “Etabs” dando la prueba de una edificación funcional y óptimamente diseñada.

Siendo de esta manera una tesis totalmente fehaciente en cuanto a la obtención, análisis y usos de los resultados que se necesiten para la absolver los problemas planteados.

III. RESULTADOS

3.1. Dosificación de fibra de acero según diseño de mezcla

Concreto tradicional (proporción en peso)

Expresado en la **Tabla N 33**

Tabla N° 33. Diseño de mezcla

Concreto	Proporción en peso (kg ó lt)				
	Cemento	A. fino	A. grueso	Agua/bolsa	fibra de acero
ct	1.00	2.25	2.44	25.40	0.0000
cf 0.5%	1.00	2.24	2.42	25.40	0.0314
cf 2%	1.00	2.20	2.39	25.50	0.0938

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Ensayos al concreto fresco

Para obtener los datos de las propiedades físicas, mostradas en la **Tabla N 34.**

Tabla N° 34. Propiedades físicas del concreto

Concreto	Propiedades físicas del concreto			
	SLUMP (")	Cont. aire %	Temperatura °C	Densidad kg/m3
ct	3.0	3	24	2369.0
cf 0.5%	3.5	3.5	22	2373.0
cf 2%	3.0	3.5	22	2375.0

Fuente: Elaboración propia

3.3. Ensayos al concreto endurecido

Siendo estos las propiedades (mecánicas) del concreto con las cuales se hizo el diseño y la modulación en ETBAS.

Tomando como datos los valores de diseño o los valores a los 28 días que se muestran en la **Tabla N 35.**

Concreto	Propiedades mecánicas del concreto					
	Compresión (kg/cm2)		Tracción ind. (kg/cm2)		Módulo de R. (kg/cm2)	
	Testigo	Promedio	Testigo	Promedio	Testigo	Promedio
ct	216	217	24.4	25	38.5	39
	215		24.5			
	219		24.7			
cf 0.5%	254	255	30.5	30	40.8	41
	255		30.1			
	257		30.0			
cf 2%	202	203	49.5	49	48.0	48
	205		49.7			
	203		49.1			

Tabla N 35. Propiedades mecánicas del concreto

Fuente: Elaboración propia

3.4. Estructura aporticada

En la cual se determinó el máximo número de pisos y la máxima separación entre columnas de la edificación mostrado en la **Tabla 36.**

Tabla 36. Edificación de estructura aporticada

Concreto	Edificación de estructura aporticada	
	Máximo n° de pisos (#)	Luz max. De vigas (m)
ct	6	5
cf 0.5%	6	5
cf 2%	6	5

Fuente: Elaboración propia

3.5. Economía

La economía del proyecto basada netamente en el concreto es evaluada en la **Tabla 37.**

Tabla 37. Precio del concreto por metro cúbico.

Concreto	Precio por m2 (soles)
ct	277.3
cf 0.5%	406.0
cf 2%	663.0

Fuente: Elaboración propia.

IV. DISCUSIÓN

En la investigación realizada por Sotil y Zegarra en su tesis “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand ff3 y concreto con fibras de acero wirand ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”, se concuerda hasta el punto de declive de la dosificación en cuanto al f´c, pero luego se varía este resultado obteniendo valores inferiores al estándar, en cuanto a la flexión se obtiene resultados similares de ascenso en ambos casos.

Resistencia a compresión (kg/cm2)					Resistencia a flexión (kg/cm2)			
Antecedente		Investigación			Antecedente		Investigación	
Sin fibra	284.79	Sin fibra	210		Sin fibra	37.2	Sin fibra	39
25 kg/cm3	323.91	11.8 kg/m3	255		25 kg/cm3	56.8	11.8 kg/m3	41
		35.4 kg/m3	203				35.4 kg/m3	48

Se concuerda totalmente con Carranza en su tesis “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” donde al incrementar la fibra en una proporción alta se reduce la resistencia a la compresión, pero todo lo contrario con la resistencia a la flexión donde a mayor fibra de acero es mayor la resistencia adquirida.

Resistencia a compresión (kg/cm2)					Resistencia a flexión (kg/cm2)			
Antecedente		Investigación			Antecedente		Investigación	
Sin fibra	287.4	Sin fibra	210		Sin fibra	36.78	Sin fibra	39
40 kg/cm3	237.57	11.8 kg/m3	255		80 kg/cm3	71.75	11.8 kg/m3	41
		35.4 kg/m3	203				35.4 kg/m3	48

Puede ser acorde a la investigación ubicar la proporción al 0.5% de fibra, pero a la vez se lleva la contraria con la investigación de Valencia y Quintana en su tesis “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%”. Donde al elevar la dosificación al 2% se reduce la resistencia a la compresión.

Resistencia a compresión (kg/cm2)			
Antecedente		Investigación	
Sin fibra	267.5	Sin fibra	210
12%	290.3	0.50%	255
14%	303.8	2.00%	203

V. CONCLUSIONES

El concreto tradicional de f'c=210 kg/cm2 tiene menor influencia que el fibroacerado al 0.5% ya que con este porcentaje se aumenta la resistencia a compresión a 257 kg/cm2, la resistencia a la flexión y tracción también aumenta, aunque con este solo se reduce la deriva existente pero no se puede edificar más sobre el modelo de 6 pisos diseñado con el concreto tradicional, por otra parte la influencia del concreto fibroacerado al 2% presenta deficiencias en la resistencia a la compresión con una baja hasta un f´c=203 kg/cm2, siendo desestimada para la construcción de la edificación por no llegar a los estándares de 210 kg/cm2.

Con el uso del concreto tradicional la edificación se limita a llegar al sexto piso, contemplando derivas a límite de 0.0069, y en cuanto a los vanos libres de la viga, este está anclado al pre dimensionamiento dado por predimensionamiento, teniendo un vano libre de 5 metros en el eje más crítico obviando de esta manera una mejora con este material incorporado.

Concreto	Pisos	Derivas	Vanos
Tradicional	6	0.0069	5 m.

Con el concreto fibroacerado al 0.5% se logra reducir levemente las derivas de la edificación por el incremento de la resistencia a compresión a la que aumentó de 217 a 255 kg/cm2, pero no es suficiente para elevar el número de pisos, cuando se intenta elevar un piso más, la deriva llega a 0.0071 incumpliendo los parámetros de la norma E-0.30, cuanto a los vanos libres de la viga, está anclado al pre dimensionamiento dado por el predimensionamiento teniendo un vano libre de 5 metros en el eje más crítico obviando de esta manera una mejora con este material, con respecto al concreto fibroacerado al 2% esta mezcla no es apta para la edificación ya que tiene un f´c=203 kg/cm2, siendo este valor menor al mínimo estándar de f´c de 210 kg/cm2.

Concreto	Pisos	Derivas	Vanos
0.50%	6	0.0069	5 m.
2.00%	6	0.0067	5 m.

Se termina concluyendo que el uso de concreto tradicional resulta más económico que el fibroacerado y se recomienda el uso de este sobre el segundo, siendo que el implemento de dinero en la fibra de acero no implica mejoras estructurales en la edificación.

Concreto	Precio por m2 (soles)
ct	277.3
cf 0.5%	406.0
cf 2%	663.0

Dato de UNICON

VI. RECOMENDACIONES

De trabajarse en una investigación similar y usar el mismo tipo de fibra, las recomendaciones serían: usar porcentajes distintos a los usados en la presente tesis para encontrar el punto ideal para la funcionabilidad de este material, la cual podría titularse. Las modificaciones del concreto al agregar un 1% y 1.5% de fibra de acero con análisis en el software ETABS.

También puede sugerirse en ahondar el diseño trabajando no con un pre dimensionamiento de los elementos estructurales, si no con un diseño por fisuramiento para poder explotar al máximo el aumento de las propiedades mecánicas con la fibra de acero (si es que las hubiese contemplando la primera recomendación).

El trabajo de investigación pudo ser también enfocado a un concreto de mayor resistencia a la compresión de esa manera la baja de esta propiedad no afectaría al resultado de esta propiedad mecánica aprovechándose así las otras propiedades, las cuales arrojaron resultados con incrementos significativos de hasta un 100%, con un título tentativo de: Inclusión de fibra de acero de la marca SIKA tipo CHO 60/80 NB para un concreto de f´c=280kg/cm2.

Tratando de mantener constante el asentamiento del concreto (SLMUP) entre 3 y 4 pulgadas, se podría haber alterado el resultado final y la efectividad de la fibra de acero. Una investigación enfocada a simplemente agregar porciones del metálico usado sin modificar la manera de elaboración ni proporciones de los materiales usados para la obtención de un concreto con la resistencia a la compresión de 210 kg/cm2.

Títulos tentativos	Objetivo de investigación
El uso de la fibra acero para una mejora estructural en una edificación usando un 1% y 1.5% con análisis en el software ETABS	Variar los porcentajes usados en la presente investigación para observar si esta variación conlleva una mejora.
Implemento de la fibra de acero SIKA FIBER CHO 60/80 NB en el concreto de f´c=280 kg/cm2	Buscar la efectividad de las fibras en las propiedades mecánicas si que la reducción de alguna conlleve a un descarte por no alcanzar el estándar mínimo establecidos
Aplicación de fibra de acero SIKA FIBER CHO 60/80 NB en el concreto de f´c=210 kg/cm2 con un SLUMP de 7"	Variar los porcentajes usados en la presente investigación para observar si esta variación conlleva una mejora.

REFERENCIAS

- ABBASS, Ahmmad, ABID Sallal, OZAKCA, Mustafa. Experimental investigation on the effect of steel fibers on the flexural behavior and ductility of high – strength concrete hollow beams. Revista Advances in civil engineering [en línea]. Enero 2019, Vol. 2019 n.° 1. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en: http://web.a.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=3&sid=c5c5cbfc-2cd2-4183-937f-e9ee2e1472f6%40sdc-v-sessmgr03&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#AN=48150070&db=eoah
  ISSN: 16878086
- AKSHAY, Venkateshwaran, KIANG, Tan, YI, Li. Residual flexural strengths of Steel fiber reinforced concrete with multiple hooked – end fibers. Revista International federation for structural concrete [en línea]. Abril 2018, Vol. 19 n.° 2. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en:
  http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=a23209fa-f655-4fce-b746-22c3015922ae%40sessionmgr103
  ISSN: 14644177
- ÁVILA, Hector. Introducción a la metodología de la investigación [en línea]. México: Edición electrónica, 2006 [fecha de consulta: 12 de noviembre de 2018].
  Disponible en:
  https://clea.edu.mx/biblioteca/INTRODUCCION%20A%20LA%20METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION.pdf
  ISBN: 8469019996
- BASUELA, Esperanza. Metodología de investigación evaluativa. Boletín de estudios e investigación [en línea]. 2004, n.° 5. [fecha de consulta: 24 de junio de 2019].
  Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/771/77100509.pdf
  ISSN: 15793141
- BEDON, Jorge. Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas altoandinas del Perú. Revista Aporte santiaguino [en línea]. Julio – diciembre 2016, Vol. 9 n.° 9. [fecha de consulta: 24 de junio de 2019].
  Disponible en:

http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/195/585
ISSN: 2070836X

- BEHAR, Daniel. Metodología de la investigación [en línea]. 1. ° ed. Colombia: Editorial Shalom, 2008 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018].
  Disponible en:
  http://rdigital.unicv.edu.cv/bitstream/123456789/106/3/Libro%20metodologia%20investigacion%20este.pdf
  ISBN: 9789592127837
- BERMÚDEZ, Carlos. Curso básico de estructuras metálicas [en línea]. 1. ° ed. Colombia: Centro de publicaciones Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, 2005 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].
  Disponible en: http://bdigital.unal.edu.co/5923/1/9589322891.pdf
  ISBN: 9589322891
- BHAWAT, Chaichannawatik, ATHASIT, Sirisonthi, QUDEER, Hussain, [et. al.]. Mechanical properties of fiber reinforced concrete. Revista Applied mechanics and materials [en línea]. Octubre 2017, Vol. 875. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en: https://www.scientific.net/AMM.875.174
  ISSN: 16627482
- CARRANZA, 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. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad César Vallejo, facultad de Ingeniería Civil, 2018.
  Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/19529
- CASTAÑEDA, Raúl. Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a la compresión del concreto convencional, Trujillo – 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería Civil, 2018.
  Disponible en: http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13800?show=full
- Construcción, Sika Informaciones Técnicas Concreto reforzado con fibras [en línea]. Lima: Las Praderas de Lurín, 2011 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].
  Disponible en: https://es.scribd.com/document/346301197/Concreto-Reforzado-con-Fibras-Brochure-pdf#

ISSN: 01220594

- Construcción y tecnología en concreto, Instituto Mexicano del Cemento y del concreto, A.C. [en línea]. Junio 2017, Vol. 7 n.° 3. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].

  Disponible en: http://www.revistacyt.com.mx/pdf/junio2017/junio2017.pdf#page=24

  ISSN: 01877895

- CUSQUISIVÁN Manuel, Jean. Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos, 2016. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería Civil, 2016.

  Disponible en: http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/7332

- DELGADO, Genaro. Diseño de estructuras aporticadas de concreto armado [en línea]. 9. ° ed. Lima: Editorial EDICIVIL S.R.Ltda, 2011 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].

  Disponible en: https://es.scribd.com/document/216387144/LIBRO-GENARO-DELGADO-DISENO-DE-ESTRUCTURAS-APORTICADAS-C%C2%BAA%C2%BA

- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.034, Hormigón (concreto). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. Lima: INDECOPI, 2008. 21 pp.

  Disponible en: https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008

- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.035, Hormigón. Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams. Lima: INDECOPI, 1999. 10 pp.

  Disponible en: https://www.udocz.com/read/ntp-339-035-1999-metodo-para-la-medicion-del-asentamient-del-concreto-con-el-cono-de-abrams-1

- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.046, Hormigón (concreto). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). Lima: INDECOPI, 2008. 14 pp.

  Disponible en: https://edoc.site/determinar-la-densidad-c-airentp-339046-pdf-free.html

- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.078, Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima: INDECOPI, 2012. 14 pp.
  Disponible en: https://es.scribd.com/document/371812092/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion-pdf
- DIRECCIÓN de normalización (Perú). NTP 339.184, Hormigón (concreto). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto). Lima: INDECOPI. 5 pp.
  Disponible en: https://edoc.site/queue/ntp-339184pdf-pdf-free.html
- GAITÁN, Vidal. Estudio del comportamiento del hormigón de alta resistencia reforzado con fibras de acero frente al impacto de proyectiles. Tesis (Doctorado). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, 2013.
  Disponible en: http://oa.upm.es/22120/
- GALLO, Lina, GONZÁLES, Giovanni, CARRILLO, Julian. Comportamiento del concreto reforzado con fibras de acero ZP-306 sometido a esfuerzos de compresión. Revista de Ciencia e ingeniería neogranadina [en línea]. Junio 2013, Vol. 23 n.° 1. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/911/91129721008.pdf

  ISSN: 01248170

- GHASEMIPOR, Verya, PIROTI, Saber. Experimental evaluattion if the effect of wáter – cement ratio on compressive, abrasión strength, hydraulic conductivity coefficient and porosity of nano – silica concretes. Revista Journal of applied engineering sciences [en línea]. Diciembre 2018, Vol. 8 n.° 236. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en:
  https://www.researchgate.net/publication/331118458_Experimental_Evaluation_of_the_Effect_of_Water-Cement_Ratio_on_Compressive_Abrasion_Strength_Hydraulic_Conductivity_Coefficient_and_Porosity_of_Nano-Silica_Concretes
  ISSN: 22473769

- HARMSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado [en línea]. 3. ° ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2002 [fecha de consulta: 09 de octubre de 2018].
  Disponible en: https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/diseno-de-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf
- HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación [en línea]. 5. ° ed. México: Mc Graw-Hill Interamericana, 2010 [fecha de consulta: 11 de octubre de 2018].
  Disponible en:
  https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
  ISBN: 9786071502919
- IFEANYI Fidelis. Fundamentals of research methodoly and data collection [en línea]. Nigeria 2016 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].
  Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303381524
- JO, Youngkug, DO, Jeongyun. Pull – out bond strength and flexural load test of concrete beam with ethylene – vinyl acetate – modified cement slurry – coated rebar. Revista Advances in civil engineering [en línea]. Octubre 2018, Vol. 21. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en:
  http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=236ba6ad-f016-4980-a7ea-c25cce0373ce%40pdc-v-sessmgr02
  ISSN: 16609336
- LIANG, Ninghui, DAI, Jifei, LIU, Xinrong, [et. al.] Experimental study on the fracture toughness of concrete reinforced with multi-size polypropylene fibres. Magazine of concrete research [en línea]. Marzo 2018, Vol. 71 n.° 9 [fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].
  Disponible en: https://www.icevirtuallibrary.com/doi/pdf/10.1680/jmacr.17.00474
  ISSN: 00249831
- Losas de concreto reforzado con fibras de acero para la infraestructura minera [en línea]. Perú, 2016 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].
  Disponible en:

https://prodac.bekaert.com/-/media/BrandSites/PRODAC/EMPRESA/SECCION-NOTICIAS/2017/PDF/Nota-Horizonte-Minero-Diciembre-2016.pdf?la=es-MX

- MAHMOUND, Hussain, QURESHI, Javed, MOHD, HASAN, Abul. Decision support model for design of high – performance concrete mixtures using two – phase AHP – TOPSIS approach. Revista Advances in civil engineering [en línea]. Marzo 2019, Vol. 2019 n.° 1. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en: http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=a23209fa-f655-4fce-b746-22c3015922ae%40sessionmgr103
  ISSN: 16878086
- MALAGÓN, Genaro, MORALES, Javier, MALAGÓN, Alfredo, [et. al.]. Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. Revista European scientific jurnal [en línea]. Mayo 2014, Vol. 10 n.° 15. [fecha de consulta: 24 de junio de 2019].
  Disponible en: https://eujournal.org/index.php/esj/article/viewFile/3477/3240
  ISSN: 18577431
- MANUAL Para redactar citas bibliográficas según norma ISO 690 y 692-2 *(International Organization for Standardization)*. [en línea]. Santiago: Bibliotecas Duocuc, 2005 [fecha de consulta: 17 de octubre de 2018].
  Disponible en: https://www.derechoycambiosocial.com/anexos/manual%20de%20citas%20bibliograficas.pdf
- MANUAL Referencias estilo ISO 690 y 690-2 [en línea]. Lima: Fondo editorial Universidad César Vallejo, 2017 [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2018].
  Disponible en: https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf
- MÁRMOL, Patricia. Hormigones con fibras de acero características mecánicas. Trabajo fin de master (Post grado). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos, 2010.
  Disponible en: http://oa.upm.es/4510/1/TESIS_MASTER_PATRICIA_CRISTINA_MARMOL_SALAZAR.pdf

- MONTALVO, Marco. Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, facultad de Ciencias e Ingeniería, 2015.
  Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6117
- MORALES, Roberto. Diseño en concreto armado. 4. ° ed. Lima: Fondo Editorial IGC, 2016. 228 pp.
- NIÑO, Víctor. Metodología de la investigación Diseño y ejecución [en línea]. 1. ° ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2011 [fecha de consulta: 11 de octubre de 2018].
  Disponible en:
  http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf
  ISBN: 9789588675947
- ORTEGA, Andrés. Estudio del comportamiento mecánico de morteros modificados con fibras de aserrín bajo esfuerzos de compresión. Revista ingeniería y desarrollo [en línea]. Enero - junio 2019, Vol. 37 n.° 1. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].
  Disponible en:
  http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/11113/214421443530
  ISSN: 21459371
- Procesos industriales, Revista Virtual Pro [en línea]. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].
  Disponible en: https://www.virtualpro.co/revista/cemento-y-concreto/3
  ISSN: 19006241
- REVISTA Construcción, Sika Informaciones Técnicas Concreto reforzado con fibras [en línea]. Lima: Las Praderas de Lurín, 2011 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2018].
  Disponible en: https://es.scribd.com/document/346301197/Concreto-Reforzado-con-Fibras-Brochure-pdf#
  ISSN: 0122-0594
- Revista Ingeniería y Desarrollo [en línea]. Julio – diciembre 2012, Vol. 30 n.° 2. [fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].
  Disponible en: http://www.redalyc.org/pdf/852/85224945001.pdf

ISSN: 01223461

- ROBAYO, R, MATTEY, P, DELVASTO, S. Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fibras de acero. Revista de la construcción [en línea]. Noviembre 2013, Vol. 12 n.° 2. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en:
  https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-915X2013000200011&script=sci_arttext
  ISSN: 0718915X
- SABINO, Carlos. El proceso de investigación [en línea]. Bogotá: Panamericana, 1992 [fecha de consulta: 16 de octubre de 2018].
  Disponible en: http://paginas.ufm.edu/sabino/word/proceso_investigacion.pdf
- SENNACHERIB´S. *Aqueduct at Jerwan*. (Mayo, 1935). *The University of Chicago Oriental Institute Publications*. Disponible en:
  https://oi.uchicago.edu/research/publications/oip/oip-24-sennacherib%E2%80%99s-aqueduct-jerwan
- SOTIL Alfredo y 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. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, facultad de Ingeniería, 2015.
  Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581616
- TOIRAC, José. La resistencia del hormigón, condición necesaria pero no suficiente para el logro de la durabilidad de las obras. Revista ciencia y sociedad república dominicana [en línea]. Octubre – diciembre 2009, Vol. XXXIV n.° 4. [fecha de consulta: 09 de octubre de 2018].
  Disponible en: http://www.redalyc.org/pdf/870/87014516001.pdf
  ISSN: 03787680
- UNIVERSIDAD pedagógica experimental libertador. Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales [en línea]. 5. ° ed. Caracas: Fondo editorial de la Universidad pedagógica experimental libertador, 2016 [fecha de consulta 20 de septiembre de 2018].
  Disponible en: https://es.slideshare.net/mirnalitaguirrez/manual-upel-2016-1pdf
  ISBN: 9802734411

- VALENCIA Plinio, Cristian. Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, facultad de Ingeniería Civil, 2016.
  Disponible en:
  https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/6378/5/Trabajo%20de%20grado%20Fibra%20de%20Acero.pdf
- WALLIMAN Nicholas. Research Methods the basics [en línea]. Estados Unidos: Routledge, 2011 [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2019].
  Disponible en:
  https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2317618/mod_resource/content/1/BLOCO%202_Research%20Methods%20The%20Basics.pdf
  ISBN: 0203836073
- YAVAS, Altug, HASGUL, Umut, TURKER, Kaan, [et. al.]. Effective fiber type investigation on the shear behavior of ultrahigh – performance fiber – reinforced concrete beams. Revista Advances in civil engineering [en línea]. Abril 2019, Vol. 22. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en:
  http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=24d0d5dd-2ff3-4898-bf36-8d3d6bd5b18c%40sessionmgr101
  ISSN: 13694332
- YENNY, Nurchasanah, MOHAMED, Alfitouri, MOCHAMMAD, Solikin. Steel fiber reinforced concrete to improve the characteristics of fire – resistant concrete. Revista Applied mechanics and materials [en línea]. Octubre 2015, Vol. 845. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en:
  http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=c4f21948-dc30-4b79-93a6-60cf94bdc960%40pdc-v-sessmgr01
  ISSN: 16627482
- ZABICKOVÁ, Ivana, OTCOVSKÁ, Tereza, PADEVET, Pavel. Clay building materials and their properties. Revista Applied mechanics and materials [en línea]. Noviembre 2015, Vol. 827. [fecha de consulta: 23 de junio de 2019].
  Disponible en:

http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=21a61491-9309-4afa-aa7f-e149110c11b7%40pdc-v-sessmgr01
ISSN: 16627482

ANEXOS

Anexo 1. *Matriz de consistencia*

ANEXO 01 - Matriz de consistencia - Análisis comparativo entre el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado para determinar un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA
Problema general: ¿De qué manera influye el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado en un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019?	**Objetivo general:** Determinar la influencia del concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado en un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019.	**Hipótesis general:** El concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 y el fibroacerado, tienen mucha influencia en un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019.	**Variable 1: Concreto tradicional f´c=210 kg/cm2 (V.I.)**		**Tipo de investigación:** Tipo aplicada
			Dimensiones	**Indicadores**	**Diseño de investigación:** El presente proyecto de investigación es de diseño experimental ya que cuenta con variables independientes las cuales serán manipuladas por el investigador para esperar cambios en la variable dependiente.
			Ensayos al concreto edurecido	*Resistencia a la compresión *Resistencia a la tracción *Resistencia a la flexión	
			Ensayos al concreto fresco	*Asentamiento *Temperatura *Peso unitario	
Problemas específicos: ¿Cuáles son las limitaciones del concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 con respecto al número de pisos y vanos libres entre columnas en edificaciones de Puente Piedra - 2019?	**Objetivos específicos:** Establecer las limitaciones que tiene el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 con respecto al número de pisos y vanos libres entre columnas en edificaciones de Puente Piedra - 2019.	**Hipotesis específicas:** El concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 presenta limitaciones estructurales con respecto al número de pisos y vanos libres entre columnas en edificaciones de Puente Piedra - 2019.	**Variable 2: Concreto fibroacerado (V.I.)**		
			Dimensiones	Indicadores	**Enfoque de la investigación:** Cuantitativo
			Dosificación	*0.5% *2.0%	
¿Qué se logra con el concreto fibroacerado con respecto al número de pisos y vanos libres entre columnas en edificaciones de Puente Piedra - 2019?	Hallar el máximo número de pisos y los vanos libres máximos entre columnas resultantes con el concreto fibroacerado en edificaciones de Puente Piedra - 2019	Con el concreto fibroacerado se logra un mayor número de pisos, así como vanos de mayor distancia entre columnas en edificaciones de Puente Piedra - 2019	Ensayos al concreto edurecido	*Resistencia a la compresión *Resistencia a la tracción *Resistencia a la flexión	**Muestra:** Las muestras responden a ser las 36 probetas cilíndricas y 9 vigas prismáticas.
			Ensayos al concreto fresco	*Asentamiento *Temperatura *Peso unitario	**Técnica:** La técnica a usarse será la observación sistemática, para poder tomar los datos en todas las edades necesarias.
¿Qué resulta mas económico, el uso del concreto de f´c=210 kg/cm2 o el fibroacerado para un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019?	Establecer la opción mas económica entre usar el concreto tradicional de f´c=210 kg/cm2 o el fibroacerado en la búsqueda de un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019	El uso del concreto fibroacerado resulta más económico que el tradicional de f´c=210 kg/cm2 en la búsqueda de un diseño estructural óptimo en edificaciones de Puente Piedra - 2019	**Variable 3: Diseño estructural óptimo (V.D.)**		
			Dimensiones	Indicadores	**Instrumento de recolección de datos:**
			Estructura aporticada	*Número de pisos *Vanos libres	Se usará una ficha que recoja los datos necesarios para luego usarlos en el diseño de la estructura aporticada.
			Economía	*Costo del material	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. ***Resultado de laboratorio, gravedad específica – agregado grueso.***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA

INFORME Nº	: 002-EXP 010 - 2019
SOLICITA	: ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO	: ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f´c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
MATERIAL	: GRAVA - HUSO 67
CANTERA	: JICAMARCA
FECHA	: 17/04/2019

Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	**2.770**	**gr / cm^3**
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	**2.805**	**gr / cm^3**
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	**2.871**	**gr / cm^3**
ABSORCION	:	**1.27**	**%**

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 127.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 3. ***Resultado de laboratorio, análisis granulométrico – agregado grueso.***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM C 136 - NTP 400.012

INFORME Nº : 004-EXP 010 - 2019
SOLICITANTE : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm² Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
MATERIAL AGREGADO GRUESO - HUSO 67
CANTERA : JICAMARCA
FECHA : 18/04/2019

GRANULOMETRIA

MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)
3"	-			100.0
2 1/2"	-			100.0
2"	-			100.0
1 1/2"	-			100.0
1"	-			100.0
3/4"	12.2	0.3	0.3	99.7
1/2"	577.3	13.2	13.5	86.5
3/8"	857.7	19.6	33.0	67.0
# 4	2,267.2	51.8	84.8	15.2
# 8	282.2	6.4	91.3	8.7
# 16	110.3	2.5		
#30	-			
#50	-			
#100	-			
FONDO	272.0	6.2	97.5	2.5
TOTAL (a)	4378.9	100.0	MODULO FINEZA	6.09

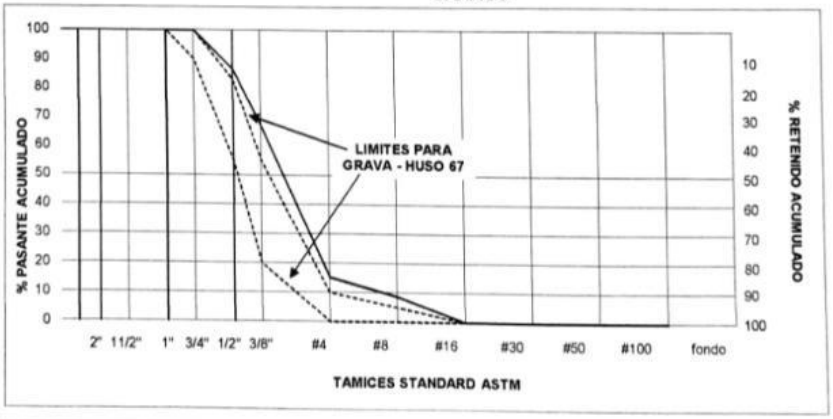
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

MODULO DE FINEZA	6.09
TAMAÑO MÁXIMO	3/4
(A) peso de tara (g) :	314.8
(B)peso de muestra original húmeda(g):	2454.0
(C)peso de muestra seca(g) :	2437.8
% HUMEDAD [B-C] * 100 / [C-A]	**0.76**
(D)peso de tara (g) :	314.8
(E) peso de muestra seca (g) :	2437.8
(F)peso de muestra después de lavado seca (g) :	2350.2
%PASANTE DE M # 200 [E-F] * 100 / [E-D]	**4.13**

OBSERVACIONES

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

GRAFICO



Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 4. ***Resultado de laboratorio, peso unitario – agregado grueso***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

PESOS UNITARIOS

INOFORME Nº : 006-EXP 010 - 2019
SOLICITANTE : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f´c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
CANTERA : JICAMARCA
MATERIAL : AGREGADO GRUESO
FECHA : 22/04/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	7.1175	7.109	7.125
Peso de molde (kg)	2.8385	2.8385	2.8385
Peso de muestra (kg)	4.279	4.2705	4.2865
Volumen de molde (m^3)	0.00283168	0.00283168	0.00283168
Peso unitario (Kg/m^3)	1511	1508	1514
Contenido de humedad	0.007630711	0.007630711	0.007630711
Peso unitario prom. (Kg/m^3)		**1500**	

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7.499	7.534	7.459
Peso de molde	2.8385	2.8385	2.8385
Peso de muestra	4.6605	4.6955	4.6205
Volumen de molde	0.00283168	0.00283168	0.00283168
Peso unitario (Kg/m^3)	1646	1658	1632
Contenido de humedad	0.007630711	0.007630711	0.007630711
Peso unitario prom. (Kg/m^3)		**1633**	

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 5. ***Resultado de laboratorio, gravedad específica – agregado fino***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

GRAVEDAD ESPECIFICA

INFORME Nº	:	001-EXP 010 - 2019
SOLICITA	:	ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO	:	ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f´c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
MATERIAL	:	AGREGADO FINO
CANTERA	:	JICAMARCA
FECHA	:	16/04/2019

Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	**2.622**	**gr / cm^3**
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	**2.650**	**gr / cm^3**
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	**2.697**	**gr / cm^3**
ABSORCION	:	**1.14**	**%**

ESPECIFICACIONES : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

NOTA : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 6. ***Resultado de laboratorio, análisis granulométrico – agregado fino***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 - NTP 400.012

INFORME Nº	:	003-EXP 010 - 2019
SOLICITANTE	:	ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO	:	ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE $f'_c = 210$ kg/cm² Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
MATERIAL		AGREGADO FINO
CANTERA	:	JICAMARCA
FECHA	:	18/04/2019

GRANULOMETRIA

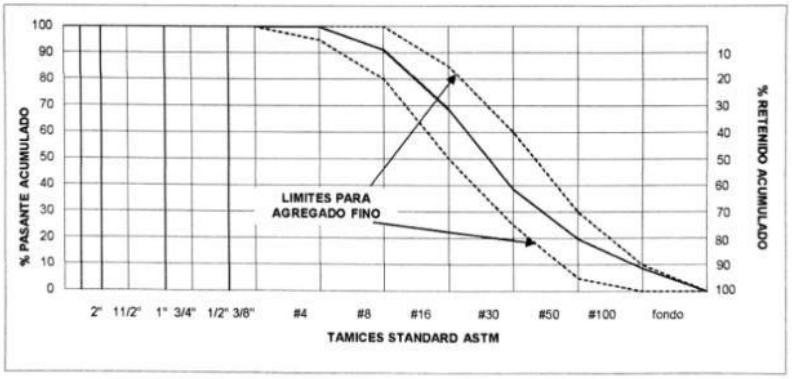
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)
3"	-			100.0
2 1/2"	-			100.0
2"	-			100.0
1 1/2"	-			100.0
1"	-			100.0
3/4"	-			100.0
1/2"	-			100.0
3/8"	-			100.0
# 4	0.7	0.2	0.2	99.8
# 8	36.9	8.8	8.9	91.1
# 16	94.9	22.5	31.4	68.6
#30	126.1	29.9	61.3	38.7
#50	79.6	18.9	80.2	19.8
#100	47.2	11.2	91.4	8.6
FONDO	36.2	8.6	100.0	0.0
TOTAL	421.6	100.0	MODULO FINEZA	2.73

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

MODULO DE FINEZA	2.73
TAMAÑO MÁXIMO	
(A) peso de tara (gr) :	129.8
(B)peso de muestra original húmeda(gr):	554.1
(C)peso de muestra seca(gr) :	551.4
% HUMEDAD [B-C] * 100 / [C-A]	**0.64**
(D)peso de tara (gr) :	129.8
(E) peso de muestra seca (gr) :	551.4
(F)peso de muestra después de lavado seca (gr) :	537.5
%PASANTE DE M # 200 [E-F] * 100 / [E-D]	**3.30**
OBSERVACIONES	

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

GRAFICO



Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480838- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 7. ***Resultado de laboratorio, peso unitario – agregado fino***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

PESOS UNITARIOS

NTP 400,017

INOFORME Nº : 005-EXP 010 - 2019
SOLICITANTE : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f´c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
CANTERA : JICAMARCA
MATERIAL : AGAREGADO FINO
FECHA : 22/04/2019

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	6.961	6.955	6.968
Peso de molde (kg)	2.833	2.833	2.833
Peso de muestra (kg)	4.128	4.122	4.135
Volumen de molde (m^3)	0.0028317	0.0028317	0.0028317
Peso unitario (Kg/m^3)	1458	1456	1460
Contenido de humedad	0.006404175	0.006404175	0.006404175
Peso unitario prom. (Kg/m^3)	**1449**		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo Nº	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7.865	7.861	7.867
Peso de molde	2.834	2.833	2.833
Peso de muestra	5.031	5.028	5.034
Volumen de molde	0.0028317	0.0028317	0.0028317
Peso unitario (Kg/m3)	1777	1776	1778
Contenido de humedad	0.006404175	0.006404175	0.006404175
Peso unitario prom. (Kg/m^3)	**1765**		

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 8. ***Resultado de laboratorio, descripción de fibra metálica***

BUILDING TRUST

HOJA TÉCNICA
Sika® Fiber CHO 80/60 NB

Fibra de acero para refuerzo del concreto en losas y concreto pre-fabricado

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika® Fiber CHO 80/60 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 80/60 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En elementos de concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (trafico alto, medio y ligero) en losas y cimientos 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 80 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

Anexo 9. ***Resultado de laboratorio, características de fibra metálica***

NORMAS	Sika® Fiber CHO 80/60 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.

DATOS BÁSICOS

FORMA	**PRESENTACIÓN** Sacos de papel x 20 kg.
ALMACENAMIENTO	**CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL** Los sacos de Sika® Fiber CHO 80/60 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
DATOS TÉCNICOS	Longitud: 60 mm con extremos conformados Diámetro de la fibra: 0.75 mm Relación longitud/ Diámetro: 80 Resistencia a tracción: 1200 MPa min. Elongación de rotura: 4% max.

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	**CONSUMO / DOSIS** Normalmente entre 10 y 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m^3 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.
MÉTODO DE APLICACIÓN	**MÉTODO DE LA APLICACIÓN** Sika® Fiber CHO 80/60 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 vacié 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.

Anexo 10. ***Resultado de laboratorio, instrucciones para uso de fibra metálica***

- 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.

OBSERVACIONES TÉCNICAS

No agregue Sika® Fiber CHO 80/60 NB al mezclador antes de los áridos. Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DURANTE LA MANIPULACIÓN	Evite el contacto directo con los ojos y la piel. Protéjase utilizando guantes y lentes de seguridad.
OBSERVACIONES	La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe
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. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. 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 a la Edición Nº 3

la misma que deberá ser destruida"

Anexo 11. ***Resultado de laboratorio, diseño de mezcla – concreto tradicional 210 kg/cm2***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

INFORME Nº : **015-EXP 010 - 2019**
SOLICITA : **ROBERT ALEXANDER SARMIENTO**
PROYECTO : **ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019**
FECHA : **24 -05-2019**

ESPECIFICACIONES:

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm^2, a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento :

-Tipo I
-Peso específico 3.12

B.-Agua :

-Potable, de la zona.

C.-Agregado fino :

Cantera:

-Peso específico de masa	2.622 gr / cm^3
-Peso unitario suelto	1449 kg/m^3
-Peso unitario compactado	1765 kg/m^3
-Contenido de humedad	0.64 %
-Absorción	1.14 %
-Módulo de fineza	2.73
-Malla 200	3.30 %

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 11.1. ***Resultado de laboratorio, diseño de mezcla – concreto tradicional 210 kg/cm2***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

D.-Agregado grueso :

-Piedra, perfil angular	
-Tamaño Máximo Nominal	1/2"
-peso unitario suelto	1500 kg/m^3
-peso unitario compactado	1633 kg/m^3
-peso especifico de masa	2.77 gr/cm^3
-absorción	1.27 %
- Módulo de fineza	6.09
-contenido de humedad	0.76 %
-Malla 200	4.13 %

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de 3 - 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3-4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es de 226 lt/m^3.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.60

FACTOR CEMENTO

F.C. : 226 / 0.60 = 376.6 kg/m^3 = 8.9 bolsas / m^3

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m^3:

cemento ..... 376.6 kg/m^3
agua efectiva ..... 226 lt/m^3
agregado fino ..... 847.4 kg/m^3
agregado grueso..... 918.9 kg/m^3

PROPORCION EN PESO

$$\frac{376.6}{376.6} : \frac{847.4}{376.6} : \frac{918.9}{376.6}$$

1 : 2.25 : 2.44 / 25.4 lts / bolsa

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 11.2. ***Resultado de laboratorio, diseño de mezcla – concreto tradicional 210 kg/cm2***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

PROPORCION EN VOLUMEN :

1 : 2.33 : 2.43 / 25.4 lts / bolsa

NOTA.- Obteniendose en la mezcla: aire atrapado igual 3% y temperatura de 24°C

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 12. ***Resultado de laboratorio, diseño de mezcla – concreto fibroacerado al 0.5%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

INFORME Nº : **016-EXP 010 - 2019**
SOLICITA : **ROBERT ALEXANDER SARMIENTO**
PROYECTO : **ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019**
FECHA : **24 -05-2019**

ESPECIFICACIONES:

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm^2, a los 28 días.
- Uso de fibra de acero en 0.5% con respecto a los agregados en función del cemento.

MATERIALES

A.-Cemento :

-Tipo I
-Peso específico 3.12

B.-Agua :

-Potable, de la zona.

C.-Agregado fino : **Cantera:**

-Peso específico de masa	2.622 gr / cm^3
-Peso unitario suelto	1449 kg/m^3
-Peso unitario compactado	1765 kg/m^3
-Contenido de humedad	0.64 %
-Absorción	1.14 %
-Módulo de fineza	2.73
-Malla 200	3.30 %

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 12.1. ***Resultado de laboratorio, diseño de mezcla – concreto fibroacerado al 0.5%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

D.-Agregado grueso :

-Piedra, perfil angular	
-Tamaño Máximo Nominal	1/2"
-peso unitario suelto	1500 kg/m^3
-peso unitario compactado	1633 kg/m^3
-peso especifico de masa	2.77 gr/cm^3
-absorción	1.27 %
- Módulo de fineza	6.09
-contenido de humedad	0.76 %
-Malla 200	4.13 %

E.- Fibra de acero: - Densidad 8 gr/cm^3

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de 3 - 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3-4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es de 226.3 lt/m^3.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.60

FACTOR CEMENTO

F.C. : 226.3 / 0.60 = 377.2 kg/m^3 = 8.9 bolsas / m^3

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m^3:

cemento ..... 377.2 kg/m^3
agua efectiva ..... 226.3 lt/m^3
agregado fino ..... 844.9 kg/m^3
agregado grueso..... 912.8 kg/m^3
Fibra de acero ..... 11.8 kg/m^3

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 12.2. ***Resultado de laboratorio, diseño de mezcla – concreto fibroacerado al 0.5%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

PROPORCION EN PESO

$$\frac{377.2}{377.2} : \frac{844.9}{377.2} : \frac{912.8}{377.2} : \frac{11.8}{377.2}$$

1 : 2.24 : 2.42 : 0.0314 / 25.4 lts / bolsa

PROPORCION EN VOLUMEN :

1 : 2.31 : 2.42 : 0.006 / 25.4 lts / bolsa

NOTA.- Obteniendose en la mezcla: aire atrapado igual 3.5% y temperatura de 22°C

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 13. ***Resultado de laboratorio, diseño de mezcla – concreto fibroacerado al 2.0%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 017-EXP 010 - 2019
SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 24 -05-2019

ESPECIFICACIONES:

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm^2, a los 28 días.
- Uso de fibra de acero en 2 % con respecto a los agregados en función del cemento.

MATERIALES

A.-Cemento :

-Tipo I
-Peso específico 3.12

B.-Agua :

-Potable, de la zona.

C.-Agregado fino :

Cantera:

-Peso específico de masa	2.622 gr / cm^3
-Peso unitario suelto	1449 kg/m^3
-Peso unitario compactado	1765 kg/m^3
-Contenido de humedad	0.64 %
-Absorción	1.14 %
-Módulo de fineza	2.73
-Malla 200	3.30 %

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°205-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 13.1. ***Resultado de laboratorio, diseño de mezcla – concreto fibroacerado al 2.0%***

D.-Agregado grueso :

-Piedra, perfil angular	
-Tamaño Máximo Nominal	1/2"
-peso unitario suelto	1500 kg/m^3
-peso unitario compactado	1633 kg/m^3
-peso especifico de masa	2.77 gr/cm^3
-absorción	1.27 %
- Módulo de fineza	6.09
-contenido de humedad	0.76 %
-Malla 200	4.13 %

E.- Fibra de acero: - Densidad 8 gr/cm^3

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plastica, a la que corresponde un asentamiento de 3 - 4".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3-4", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 1/2", el volumen unitario de agua es de 226.6 lt/m^3.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.60

FACTOR CEMENTO

F.C. : 226.6 / 0.60 = 377.6 kg/m^3 = 8.9 bolsas / m^3

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS x m^3:

cemento ..... 377.6 kg/m^3
agua efectiva ..... 226.6 lt/m^3
agregado fino ..... 831.9 kg/m^3
agregado grueso..... 903.6 kg/m^3
Fibra de acero ..... 35.4 kg/m^3

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Anexo 13.2. ***Resultado de laboratorio, diseño de mezcla – concreto fibroacerado al 2.0%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

PROPORCION EN PESO

$$\frac{377.6}{377.6} : \frac{831.6}{377.6} : \frac{903.6}{377.6} : \frac{35.4}{377.6}$$

1 : 2.20 : 2.39 : 0.0938 / 25.5 lts / bolsa

PROPORCION EN VOLUMEN :

1 : 2.28 : 2.39 : 0.0933 / 25.5 lts / bolsa

NOTA.- Obteniendose en la mezcla: aire atrapado igual 3.5% y temperatura de 22°C

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 14. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la compresión – concreto tradicional 210 kg/cm2***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f´c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 04/06/2019
INFORME : 007-EXP 010 - 2019

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC
N°	ELEMENTO	(pulg.)	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm²
01	CT - 001	-	07/05/2019	14/05/2019	7	163
02	CT - 002	-	07/05/2019	14/05/2019	7	169
03	CT - 003	-	07/05/2019	14/05/2019	7	165
04	CT - 004	-	07/05/2019	21/05/2019	14	195
05	CT - 005	-	07/05/2019	21/05/2019	14	194
06	CT - 006	-	07/05/2019	21/05/2019	14	191
07	CT - 007	-	07/05/2019	04/06/2019	28	216
08	CT - 008	-	07/05/2019	04/06/2019	28	215
09	CT - 009	-	07/05/2019	04/06/2019	28	219

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 15. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la compresión – concreto fibroacerado al 0.5%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f´c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 05/06/2019
INFORME : 008-EXP 010 - 2019

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC
N°	ELEMENTO	(pulg.)	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm²
01	CF 0.5% - 001	-	08/05/2019	15/05/2019	7	194
02	CF 0.5% - 002	-	08/05/2019	15/05/2019	7	192
03	CF 0.5% - 003	-	08/05/2019	15/05/2019	7	196
04	CF 0.5% - 004	-	08/05/2019	22/05/2019	14	229
05	CF 0.5% - 005	-	08/05/2019	22/05/2019	14	232
06	CF 0.5% - 006	-	08/05/2019	22/05/2019	14	227
07	CF 0.5% - 007	-	08/05/2019	05/06/2019	28	254
08	CF 0.5% - 008	-	08/05/2019	05/06/2019	28	255
09	CF 0.5% - 009	-	08/05/2019	05/06/2019	28	257

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 16. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la compresión – concreto fibroacerado al 2.0%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f´c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 07/06/2019
INFORME : 009-EXP 010 - 2019

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC
N°	ELEMENTO	(pulg.)	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm²
01	CF 2% - 001	-	10/05/2019	17/05/2019	7	153
02	CF 2% - 002	-	10/05/2019	17/05/2019	7	150
03	CF 2% - 003	-	10/05/2019	17/05/2019	7	156
04	CF 2% - 004	-	10/05/2019	24/05/2019	14	184
05	CF 2% - 005	-	10/05/2019	24/05/2019	14	185
06	CF 2% - 006	-	10/05/2019	24/05/2019	14	187
07	CF 2% - 007	-	10/05/2019	07/06/2019	28	202
08	CF 2% - 008	-	10/05/2019	07/06/2019	28	205
09	CF 2% - 009	-	10/05/2019	07/06/2019	28	203

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 16. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la tracción – concreto tradicional 210 kg/cm2***

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

INFORME : 012-EXP 010 - 2019
SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm^2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 04/06/2019

IDENTIFICACION	CT - 001	CT - 002	CT - 003	CT - 004	CT - 005	CT - 006
Fecha de Elaboración	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019
Fecha de Rotura	14/05/2019	14/05/2019	14/05/2019	21/05/2019	21/05/2019	21/05/2019
Dias	7	7	7	14	14	14
Diametro (cm)	15.28	15.26	15.21	15.27	15.25	15.20
Longitud (cm)	30.65	30.63	30.68	30.72	30.68	30.72
Peso (gr)	13301.00	13345.00	13310.00	13204.00	13200.00	13308.00
Carga (Kg)	3050	2950	3080	11950	11850	12050
Esfuerzo a la Tracción (Kg/cm2)	4.1	4.0	4.2	16.2	16.1	16.4

ESPECIFICACIONES : **Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084**

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Anexo 16.1. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la tracción – concreto tradicional 210 kg/cm2***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

INFORME : 012-EXP 010 - 2019
SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm^2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 04/06/2019

IDENTIFICACION	CT - 004	CT - 005	CT - 006	******	*******	*******
Fecha de Elaboración	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	*******	*******	*******
Fecha de Rotura	04/06/2019	04/06/2019	04/06/2019	*******	*******	*******
Dias	28	28	28	*******	*******	*******
Diametro (cm)	15.23	15.25	15.25	*******	*******	*******
Longitud (cm)	30.52	30.68	30.60	*******	*******	*******
Peso (gr)	13600.00	13480.00	13399.00	*******	*******	*******
Carga (Kg)	17840	17990	18100	*******	*******	*******
Esfuerzo a la Tracción (Kg/cm2)	24.4	24.5	24.7	*******	*******	*******

ESPECIFICACIONES : **Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084**

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 17. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la tracción – concreto fibroacerado al 0.5%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

INFORME : 013-EXP 010 - 2019
SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm^2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 05/06/2019

IDENTIFICACION	CF 0.5% - 001	CF 0.5% - 002	CF 0.5% - 003	CF 0.5% - 004	CF 0.5% - 005	CF 0.5% - 006
Fecha de Elaboración	08/05/2019	08/05/2019	08/05/2019	08/05/2019	08/05/2019	08/05/2019
Fecha de Rotura	15/05/2019	15/05/2019	15/05/2019	22/05/2019	22/05/2019	22/05/2019
Dias	7	7	7	14	14	14
Diametro (cm)	15.26	15.26	15.25	15.26	15.26	15.25
Longitud (cm)	30.62	30.68	30.70	30.62	30.68	30.70
Peso (gr)	13350.00	13385.00	13299.00	13204.00	13382.00	13358.00
Carga (Kg)	3700	3630	3790	14850	15000	15100
Esfuerzo a la Tracción (Kg/cm2)	5.0	4.9	5.2	20.2	20.4	20.5

ESPECIFICACIONES : **Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084**

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 17.1. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la tracción – concreto fibroacerado al 0.5%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

INFORME : 013-EXP 010 - 2019
SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f´c = 210 kg/cm^2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 05/06/2019

IDENTIFICACION	CF 0.5% - 007	CF 0.5% - 008	CF 0.5% - 009	******	*******	*******
Fecha de Elaboración	08/05/2019	08/05/2019	08/05/2019	*******	*******	*******
Fecha de Rotura	05/06/2019	05/06/2019	05/06/2019	*******	*******	*******
Dias	28	28	28	*******	*******	*******
Diametro (cm)	15.28	15.25	15.25	*******	*******	*******
Longitud (cm)	30.70	30.68	30.60	*******	*******	*******
Peso (gr)	13410.00	13490.00	13365.00	*******	*******	*******
Carga (Kg)	22500	22100	22000	*******	*******	*******
Esfuerzo a la Tracción (Kg/cm2)	30.5	30.1	30.0	*******	*******	*******

ESPECIFICACIONES : **Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084**

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 18. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la tracción – concreto fibroacerado al 2.0%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

INFORME : 014-EXP 010 - 2019
SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm^2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 07/06/2019

IDENTIFICACION	CF 2% - 001	CF 2% - 002	CF 2% - 003	CF 2% - 004	CF 2% - 005	CF 2% - 006
Fecha de Elaboración	10/05/2019	10/05/2019	10/05/2019	10/05/2019	10/05/2019	10/05/2019
Fecha de Rotura	17/05/2019	17/05/2019	17/05/2019	24/05/2019	24/05/2019	24/05/2019
Dias	7	7	7	14	14	14
Diametro (cm)	15.25	15.26	15.25	15.25	15.26	15.25
Longitud (cm)	30.65	30.68	30.70	30.65	30.68	30.70
Peso (gr)	13980.00	13652.00	13710.00	13450.00	13500.00	13408.00
Carga (Kg)	5900	6100	5980	23800	23950	23900
Esfuerzo a la Tracción (Kg/cm2)	8.0	8.3	8.1	32.4	32.6	32.5

ESPECIFICACIONES : **Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084**

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 18.1. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la tracción – concreto fibroacerado al 2.0%***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

INFORME : 014-EXP 010 - 2019
SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f´c = 210 kg/cm^2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 07/06/2019

IDENTIFICACION	CF 2% - 007	CF 2% - 008	CF 2% - 009	******	*******	*******
Fecha de Elaboración	10/05/2019	10/05/2019	10/05/2019	*******	*******	*******
Fecha de Rotura	07/06/2019	07/06/2019	07/06/2019	*******	*******	*******
Dias	28	28	28	*******	*******	*******
Diametro (cm)	15.28	15.25	15.25	*******	*******	*******
Longitud (cm)	30.70	30.68	30.60	*******	*******	*******
Peso (gr)	13420.00	13460.00	13395.00	*******	*******	*******
Carga (Kg)	36450	36500	36000	*******	*******	*******
Esfuerzo a la Tracción (Kg/cm2)	49.5	49.7	49.1	*******	*******	*******

ESPECIFICACIONES : **Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084**

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 19. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la flexión***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

INFORME : 010-EXP 010 - 2019
SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 04/06/2019

IDENTIFICACION	CT - 001	CT - 002	CT - 003	CF 0.5% - 001	CF 0.5% - 002	CF 0.5% - 003
Fecha de Elaboración	07/05/2019	07/05/2019	07/05/2019	08/05/2019	08/05/2019	08/05/2019
Fecha de Rotura	14/05/2019	21/05/2019	04/06/2019	15/05/2019	22/05/2019	05/06/2019
Dia	7	14	28	7	14	28
Ancho (cm)	16.30	16.30	16.30	16.30	16.30	16.30
Altura de la viga (cm)	16.30	16.30	16.30	16.30	16.30	16.30
Luz libre entre apoyos (cm)	45.60	46.60	46.60	46.60	46.60	46.60
Carga (Kg)	3150	3380	3580	3280	3620	3795
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	33.2	36.4	38.5	35.3	39.0	40.8

ESPECIFICACIONES : **Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078**

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo 19.1. ***Resultado de laboratorio, resistencia a la flexión***

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil

"Año de la lucha contra la corrupción y la Impunidad"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

INFORME : 011-EXP 010 - 2019
SOLICITA : ROBERT ALEXANDER SARMIENTO LÓPEZ
PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO ENTRE EL CONCRETO TRADICIONAL DE f'c = 210 kg/cm2 Y EL FIBROACERADO PARA DETERMINAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL ÓPTIMO EN EDIFICACIONES DE PUENTE PIEDRA - 2019
FECHA : 07/06/2019

IDENTIFICACION	CF 2% - 001	CF 2% - 002	CF 2% - 003	******	*******	*******
Fecha de Elaboración	10/05/2019	10/05/2019	10/05/2019	*******	*******	*******
Fecha de Rotura	17/05/2019	24/05/2019	07/06/2019	*******	*******	*******
Dia	7	14	28	*******	*******	*******
Ancho (cm)	16.30	16.30	16.30	*******	*******	*******
Altura de la viga (cm)	16.30	16.30	16.30	*******	*******	*******
Luz libre entre apoyos (cm)	45.60	46.60	46.60	*******	*******	*******
Carga (Kg)	3940	4035	4460	*******	*******	*******
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	41.5	43.4	48.0	*******	*******	*******

ESPECIFICACIONES : **Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078**

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe