



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Reforzamiento de Vigas de Concreto Armado con Láminas de Fibra de Carbono en Viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto”
Breña – Lima 2017”

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

AUTOR

WAGNER PEÑA PONTE

ASESOR

MG. FELIMÓN DOMINGO CORDOVA SALCEDO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL**

LIMA – PERÚ

Año - 2017

Página del Jurado

.....
MSc. LUIS VARGAS CHACALTANA
Presidente

.....
MSc. ORLANDO HUGO RÍOS DÍAZ
Secretario

.....
MSc. FELIMON CÓRDOVA SALCEDO
Vocal

DEDICATORIA

Deseo dedicar este presente trabajo de Desarrollo de Proyecto de investigación a mis padres y familiares que estuvieron ahí ayudándome en mis momentos más difíciles y la ves a Dios por darme esa luz que necesito para cumplir mis propósitos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por esa fortaleza mental y espiritual, por la luz en mi camino, en todo instante de mi vida.

A nuestra alma mater, Universidad Cesar Vallejo, Lima – Norte, por habernos formado profesionalmente.

A mi familia y seres queridos por apoyarme y darme aliento durante mi proyecto.

Declaratoria de autenticidad

Yo, WAGNER PEÑA PONTE, con DNI N° 73902605, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro que también bajo un juramento que toda información y los datos que se presentan en la siguiente tesis son veraces y auténticos.

En tal sentido se asume la responsabilidad de mi autoría que corresponda ante cualquier falsedad, omisión u ocultamiento tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo establecido en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima 10 de Junio del 2018

.....
WAGNER PEÑA PONTE

DNI: 73902605

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento al Reglamento de Grado y de Títulos de la Universidad César Vallejo – Lima Norte, presento ante ustedes la Tesis titulada **“REFORZAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON LÁMINAS DE FIBRA DE CARBONO EN VIVIENDAS DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR MI VIVIENDA “PARIACOTO” BREÑA – LIMA 2017”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que se cumpla con los requisitos para obtener el título profesional de INGENIERO CIVIL.

Wagner Peña Ponte

Resumen

Este proyecto tiene como objetivo principal, el determinar la relación significativa que hay en el reforzamiento para vigas de concreto reforzado con láminas de carbono para entender el funcionamiento en el reforzamiento de estructuras construidas con concreto reforzado, mediante ensayos de compresión de probetas cilíndricas y flexión en vigas. La finalidad es la de entender correctamente el comportamiento del material compuesto en estas condiciones y así saber con precisión si el reforzamiento va a ser útil para las cargas que debe resistir. Adicionalmente, se ensayan los materiales por separado primero probetas cilíndricas y vigas de concreto sin refuerzo y luego probetas y vigas con refuerzo de láminas de fibra de carbono para saber cuál es la diferencia de resistencias que existen y saber si es útil o no reforzar la estructura con dicho material, también contiene un presupuesto un reforzamiento de viga vía convencional y otro presupuesto con reforzamiento con tejidos o láminas de fibra de carbono esto es con la finalidad de saber la diferencia de costos con los dos tipos de reforzamiento . Para reforzamientos de estructuras por lo general se emplean técnicas de modo convencional, o con la adhesión de placas metálicas o con adhesión de placas o tejidos de materiales compuestos, este estudio intenta verificar la posibilidad de realizar reforzamientos en estructuras con concreto armado, mediante el pegado de tejidos de fibra de carbono. Especial atención se da al estudio del comportamiento a compresión y flexión.

Abstract

The objective of this project is to determine the relationship between reinforcement of reinforced concrete beams with carbon fiber sheets in order to understand the operation in reinforcement of reinforced concrete structures, by means of compression tests of cylindrical specimens and bending in beams. The purpose is to correctly understand the behavior of the composite material under these conditions and to know precisely if the reinforcement will be useful for the loads that it must resist. Additionally, materials are tested separately first cylindrical specimens and concrete beams without reinforcement and then specimens and beams with carbon fiber sheet reinforcement to know what is the difference of resistances that exist and to know if it is useful or not to reinforce the structure. With this material, it also contains a budget for a reinforcement beam conventional and another budget with reinforcement with carbon fiber fabrics or sheets this is in order to know the difference in costs with the two types of reinforcement. For reinforcements of structures usually techniques are used in conventional way, or with the adhesion of metal plates or with adhesion of plates or fabrics of composite materials, this study tries to verify the possibility of making reinforcements to reinforced concrete structures by gluing carbon fiber fabrics. Special attention is given to the study of compression and flexion behavior.

Índice

Página del Jurado	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	xv
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	16
1.2. TRABAJOS PREVIOS	17
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	22
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	37
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	38
1.6. HIPÓTESIS	39
1.7. OBJETIVOS	40
II. METODOLOGIA	42
2.1. Tipo de la investigación.....	43
2.2. Diseño de la investigación.....	43
2.3. Enfoque de la investigación.....	44
2.4. Variables de estudio	44
2.5. Población y muestra	47
2.6. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos	47
2.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	48
2.8. ASPECTOS ÉTICOS	50
III. RESULTADOS.....	51
3.1. Lugar de ubicación del proyecto:	52
3.2. Ensayo de esclerometria en viviendas del proyecto multifamiliar mi vivienda “pariacoto” breña – lima	52
3.3. Campo de aplicación	53
3.4. APARATOS UTILIZADOS DURANTE EL ENSAYO	54

3.5.	PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO.....	55
3.6.	RESULTADOS DE LABORATORIO DE ESCLEROMETRÍA	56
3.7.	DISEÑO DE PROBETAS Y DIMENSIONES.....	63
3.8.	PRUEBA DE COMPRESIÓN	68
3.9.	ELABORACIÓN Y CURADO DE VIGAS	78
3.10.	ELABORACIÓN, REFORZAMIENTO Y ENSAYOS EN LABORATORIO DE LAS VIGAS.....	81
3.11.	Reforzamiento de vigas con fibra de carbono	84
3.12.	ENSAYOS Y RESULTADOS DE VIGAS A FLEXIÓN	87
3.13.	COSTO DE VIGA DE REFORZAMIENTO CON CONCRETO ARMADO Y CON LAMINAS DE FIBRA DE CARBONO.	96
3.14.	DISEÑO REFORZAMIENTO CON CONCRETO ARMADO	97
3.15.	DISEÑO DE VIGA CON EL SIKA CARBODUR V. 4.2.....	108
IV.	DISCUSIÓN	123
V.	CONCLUSIONES	124
VI.	RECOMENDACIONES.....	125
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126
	ANEXOS	128

Índice de tablas

Tabla N° 1 Tabla SEQ Tabla * ARABIC 1: Cuadro comparativo de las platinas de fibra de carbono.....	25
Tabla N° 2 Operacionalización de las variables.....	46
Tabla N° 3 Técnicas e instrumentos.....	48
Tabla N° 4 Resultado de resistencia.....	59
Tabla N° 5 SEQ* ARABIC 6: Conversión, el modelo N/NR del fabricante Schidt Hammer.....	61
Tabla N° 6 SEQ Tabla * ARABIC 7: Tabla de correlaciones	61
Tabla N° 7 Resistencias obtenidas	62
Tabla N° 8 SEQ Tabla * ARABIC 9: CARTILLA DEL ESCLEROMETRO	62
Tabla N° 9 Resultados de laboratorio UNI a los 7 días.	72
Tabla N° 10 Resultados de laboratorio	74
Tabla N° 11 Resultados de laboratorio	75
Tabla N° 12 Comparativo de resistencia a la compresión de probetas según las edades	77
Tabla N° 13 Moldeo de Vigas.....	78
Tabla N° 14 Propiedades de la fibra en seco.....	84
Tabla N° 15 Ensayo de muestra a los 7 días sin lámina de fibra de carbono.....	87
Tabla N° 16 Con refuerzo de fibra de carbono a los 7 días	88
Tabla N° 17 Vigas de concreto sin refuerzo de fibra de carbono ensayo de muestra a los 14 días.....	89
Tabla N° 18 Viga de concreto con refuerzo de lámina de fibra de carbono a los 14 días	91
Tabla N° 19 Resultados de vigas a los 28 días sin refuerzo de fibra de carbono y con refuerzo	92
Tabla N° 20 Con refuerzo de fibra de carbono a los 28 días	94
Tabla N° 21 Comparación de viga sin refuerzo y con refuerzo	95
Tabla N° 22 PLANILLA DE METRADOS DE VIGA	104
Tabla N° 23 PLANILLA DE METRADOS - VIGA	105
Tabla n° 24 Análisis de precios unitarios de reforzamiento de viga de concreto armado	106
Tabla N° 25 análisis de precios unitarios (APU) de encofrado.....	107
Tabla N° 26 presupuesto para construcción de 01 viga	107

Índice de figuras

Figura N° 1 Laminado de las fibras de Carbono.....	25
Figura N° 2 Fallas típicas estructurales en vigas de concreto armado.....	28
Figura N° 3 Plano de ubicación.....	52
Figura N° 4 Procedimiento de Campo.....	53
Figura N° 5 Campo de aplicación.....	53
Figura N° 6 Aplicación del Martillo de rebote.....	54
Figura N° 7 Uso de la Piedra abrasiva.....	55
Figura N° 8 Selección de la zona.....	55
Figura N° 9 SEQ Figura * ARABIC 9: Selección de 9 lecturas.....	56
Figura N° 10 SEQ Figura * ARABIC 10: Ensayo de esclerometría.....	56
Figura N° 11 SEQ Figura * ARABIC 11: Toma de mediciones.....	58
Figura N° 12 SEQ Tabla * ARABIC 4: Conversión, el modelo N/NR del fabricante Schidt Hammer.....	58
Figura N° 13 SEQ Figura * ARABIC 12: Correlaciones.....	58
Figura N° 14 SEQ Figura * ARABIC 13: Uso del esclerómetro.....	61
Figura N° 15 Pasando desmoldante a los envases.....	63
Figura N° 16 Llenando las probetas por capas.....	64
Figura N° 17 Diseño de mezcla.....	66
Figura N° 18 Materiales: Arena, Piedra y Cemento.....	67
Figura N° 19 Elaboración de las probetas.....	67
Figura N° 20 Secado superficial de la probeta.....	68
Figura N° 21 Retiro de residuos y polvos.....	69
Figura N° 22 Cortado de láminas de fibra de carbono.....	69
Figura N° 23 sikadur 301 A con sikadur 301 B.....	69
Figura N° 24 Preparación de la mezcla.....	70
Figura N° 25 Aplicación de sikadur a la lámina.....	70
Figura N° 26 Pegado de láminas.....	70
Figura N° 27 SEQ Figura * ARABIC 26: Con lámina de fibra de carbono.....	71
Figura N° 28 Sin lámina de fibra de carbono.....	72
Figura N° 29 Sin lámina de fibra de carbono.....	73

Figura N° 30 Con lámina de fibra de carbono	73
Figura N° 31 Probeta CON lámina y SIN lámina	74
Figura N° 32 Resultados de laboratorio de prueba a la compresión de probetas.....	76
Figura N° 33 Ensayo de Resistencia a la Flexión del concreto.....	80
Figura N° 34 Moldes a usar	81
Figura N° 35 Trabajo supervisado por el Jefe de Laboratorio	82
Figura N° 36 Armado de probetas.....	82
Figura N° 37 Llenado de probetas en dos capas	82
Figura N° 38 Desencofrado de vigas	83
Figura N° 39 Curado de las vigas.....	83
Figura N° 40 Pulido de las vigas probetas	85
Figura N° 41 Limpieza de probetas con aire a presión	85
Figura N° 42 Limpieza de las vigas probetas con solvente.....	86
Figura N° 43 Dimensionamiento de láminas	86
Figura N° 44 Preparación de mezcla.....	86
Figura N° 45 Pegado de láminas a las probetas	87
Figura N° 46 Probetas en espera de secado.....	87
Figura N° 47 Muestra a los 7 días sin lámina de fibra de carbono	88
Figura N° 48 Muestra a los 7 días con lámina de fibra de carbono	89
Figura N° 49 Ensayo de viga de concreto sin refuerzo	89
Figura N° 50 Durante el ensayo a flexión la viga se dio una fisura a 90°	90
Figura N° 51 Interpretación de resultado	90
Figura N° 52 Ensayo con refuerzo de lámina de fibra de carbono - 14 días.....	91
Figura N° 53 Interpretación de resultado	92
Figura N° 54 Fisura a 90°.....	93
Figura N° 55 Interpretación de resultado	93
Figura N° 56 Ensayo de viga de concreto con fibra.....	94
Figura N° 57 Rotura de viga de concreto	94
Figura N° 58 Verificación del ensayo de concreto	94
Figura N° 59 Interpretación de resultado	95
Figura N° 60 Detalle de la viga de reforzamiento.....	97
Figura N° 61 Detalle de viga principal.....	97
Figura N° 62 Pre dimensionamiento de la viga.....	98

Figura N° 63 Criterios para refuerzos transversales (Estribos).....	102
Figura N° 64 Análisis de la viga	102
Figura N° 65 Aplicación de carga viva	103
Figura N° 66 Área de refuerzos.....	103
Figura N° 67 Refuerzos finales en la viga.....	104
Figura N° 68 Cálculo para diseño de viga.....	108
Figura N° 69 Detalle de la viga.....	109
Figura N° 70 Inicio del programa sikadur.....	111
Figura N° 71 Ingreso de Datos, elegir tipo de refuerzo	111
Figura N° 72 Dimensionamiento de la viga	112
Figura N° 73 Dimensionamiento del refuerzo de acero	112
Figura N° 74 Incorporación de cargas iniciales, sobre cargas	113
Figura N° 75 Revisión de cargas.....	113
Figura N° 76 Derivaciones de dimensionamiento	114
Figura N° 77 Derivaciones de dimensionamiento	114
Figura N° 78 Derivaciones de dimensionamiento	115
Figura N° 79 Derivaciones de dimensionamiento	115
Figura N° 80 Derivaciones de dimensionamiento	116
Figura N° 81 Derivaciones de dimensionamiento	116
Figura N° 82 Derivaciones de dimensionamiento	117
Figura N° 83 Derivaciones de dimensionamiento	117
Figura N° 84 Derivaciones de dimensionamiento	118
Figura N° 85 Derivaciones de dimensionamiento	118
Figura N° 86 Derivaciones de dimensionamiento	119
Figura N° 87 Derivaciones de dimensionamiento	119
Figura N° 88 Derivaciones de dimensionamiento	120
Figura N° 89 Derivaciones de dimensionamiento	120
Figura N° 90 Derivaciones de dimensionamiento	121
Figura N° 91 Derivaciones de dimensionamiento	121
Figura N° 92 Derivaciones de dimensionamiento	122

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Actualmente se observa que mundialmente en todo campo de la construcción, la necesidad de buscar los mejores métodos para el debido reforzamiento para las edificaciones sobre todo con los materiales más indicados que puedan brindar la seguridad estructural acorde a los tiempos de la modernidad, donde es necesario también estar preparados para cualquier eventualidad sísmica y a su vez estas edificaciones poder resistir en base a un buen diseño y reforzamiento de estructuras sobre todo de concreto.

Así surge la imperiosa exigencia de poder añadir en las vigas de cualquier tipo estructura, una resistencia mayor a flexión, y a tensión, así como también la elevación de su módulo de la elasticidad, con algunos elementos extremadamente resistentes pero con características livianos, y a la vez que sean fácil de poder maniobrar pero, altamente muy eficientes; se busca el poder analizar el ejecutado ensayo a la flexión por medio de resultados que se conseguirán a través de pruebas en el laboratorio, y que se puedan hallar diferencias que nos puedan reflejar su uso y los beneficios en las estructuras obtenidos con las mencionadas aplicaciones de las láminas.

El Perú al encontrarse en una zona sísmica no está libre a sufrir un terremoto relativamente fuerte que puede ocasionar no solo pérdidas humanas, sino también en las edificaciones que por lo general están construidas sin las normas mínimas requeridas, es aquí donde se presenta el mayor de los problemas en la falta de reforzamiento en las vigas con concreto reforzado con láminas siendo un elemento muy importante en las construcciones en la actualidad.

Si bien es cierto esta técnica viene siendo utilizada en nuestro país ya hace algunos años, a pesar de su ya utilización en otros países ya desde un tiempo bastante mayor va ganando mayor acogida por la gran variedad de ventajas que brinda, pero dependerá mucho del requerimiento estructural más que nada como un reforzamiento en el diseño.

Para dicho requerimiento en las construcciones nuevas o en las que requieran reforzamiento estructural es necesario tomar las medidas indicadas y seguir las normas

establecidas una de estas pruebas es el esclerómetro que dará los resultados de resistencia del concreto f'c más resaltantes en la construcción.

En la búsqueda del mejor método constructivo y más seguro se presenta el reforzamiento en estructuras de vigas de concreto con láminas en base a fibra de carbono, elemento que por lo general no se encuentra presente en muchas edificaciones en la actualidad

Dentro de este proyecto se requiere un reforzamiento en las vigas concreto reforzado con unas láminas en viviendas del proyecto multifamiliar mi vivienda “Pariacoto” Breña – Lima 2017” que nos permitirá el incremento de carga a la estructura y a la vez con el tipo de material que reforzaremos nos dará mayor resistencia, rigidez, flexión a la edificación.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

En esta sección revisaremos trabajos similares de otros autores a nivel mundial para buscar un apoyo para la presente investigación.

1.2.1 ANTECEDENTES NACIONALES:

BARTOLOMÉ Y CORONEL en su trabajo de investigación titulada “Reparación y reforzamiento de un muro de albañilería confinada mediante fibra de carbono” Lima – Perú, (2012) nos indican que llegaron a la conclusión siguiente. Tomando como referencia la diferencia que existe entre otras, las técnicas de reparación y el debido reforzamiento, desde donde deben de realizarse básicamente perforaciones en cada muro para poder conectar las mallas que han sido electro soldadas, o ranuras para aumentar varillas en posición horizontal, las bandas que son delgadas y de fibra de carbono se adhieren al muro sin ocasionar daños mayores adicionales en la albañilería, salvo excepción, su alisamiento correspondiente con un esmeril, la baja rigidez en el lado lateral presentada en su parte inicial, se ha correspondido a que esas fisuras refinadas que hay, en columnas como en la albañilería no han sido resanadas; de la misma manera, en el taponado con un mortero en las grietas diagonales principales se ejecutó manualmente, por lo que cabe la posibilidad de que el mortero no haya sellado

de manera total la parte interna de esa grieta, para esto recomiendo lanzar el mortero con un equipo que sea neumático. (p. 10).

PROAÑO Luis. en un trabajo de investigación titulado “Comportamiento de vigas de concreto armado reforzadas externamente con platinas de fibras de carbono” Lima – Perú, (2012) concluye lo siguiente: La viga denominada, de control y que está dispuesta para conocer la capacidad dada máxima de la carga de vigas tipo 1, establecida con la tracción en el orden de 09% que está compuesto por 2 varillas de 3 cuerpos, mostrando una evidencia de capacidad de carga en el orden de 117 KNm, y en un último momento a la mitad del claro en la viga del orden de 42.8 KNm, el tipo de falla que se experimentó fue una rotura en el recubrimiento sujeto a compresión en el concreto. Se observó que en esta viga se comportó de forma dúctil, luego de la fluencia en el acero. La falla que se ha experimentado en esta viga fue la de desprendimiento de platina en el tercio central de la viga, la cual se extendió hasta el extremo de la platina sujeta a la viga.

BAZÁN S, (2015) en su tesis titulada ”Estudio experimental y numérico del comportamiento de Flexión de vigas de concreto armado reforzadas con bandas de FRP”, Tesis de Ingeniería Estructural, Lima, UNI 2015, cuyo objetivo principal fue “Aplicar una metodología apropiada para determinar un modelo que simule una posible respuesta a la flexión de vigas de concreto reforzado principalmente en bandas de fibra con carbono (FRP)”(p.18), utilizando como metodología en este trabajo de carácter investigativo, descriptivo. Y dejando en sus conclusiones referentes al cambio del comportamiento de flexión por la incorporación de un sistema de refuerzo externo tipo FRP:

1. Utilización de un sistema de reforzamiento externo con láminas de fibras de carbono en una viga dúctil de concreto reforzado, originara un comportamiento en el comportamiento del elemento en torno se refiera a Resistencia a flexión, reducción de la curva ultima y modificación de la falla.
2. El resultado obtenido dependerá de la jerarquía de acero en el refuerzo existente, la gran cantidad de elementos de fibra de carbono colocados, en rigidez axial del sistema de fibra de carbono a aplicarse y la calidad del concreto del elemento.

3. En secciones de vigas, donde se refuerce con menor cantidad de refuerzo que el requerido, se puede obtener una falla dúctil, dependiendo de la deformación efectiva en la fibra de carbono
4. En vigas de concreto, donde se agregue una cantidad de refuerzo exterior de fibra de carbono, superior a la cuantía de refuerzo del control de modo C, se logran secciones en la que la falla será el aplastamiento del concreto.
5. Se pudo verificar durante el ensayo el tipo de falla de fluencia del refuerzo acompañado por el despegamiento del laminado.

(Alegre Gago, Gianfranco, 2017), en su tesis titulada, “Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado”, tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú, (p. 69), teniendo como objetivo principal el “Establecer el posible comportamiento tanto elástico como inelástico de las vigas de concreto reforzado subordinadas a flexión y reforzadas con láminas de fibra de carbono” siendo la metodología de este trabajo de carácter investigativo, descriptivo. Sostuvo entre sus conclusiones:

1. Se pudo comprobar que la lámina eleva la resistencia de tantas secciones de concreto sometidas a la flexión. Alcanzando un valor aproximado al 58.9% para áreas con cuantías bajas y 18.4 % en el caso de cuantías altas.
2. Se justificó que el refuerzo con láminas de fibra reduce ductilidad de la sección dependiendo de consideración, para bajas logra 18.4% y para altas alcanza 60.3 %
3. Se comprobó la falla de laminación del elemento de refuerzo durante las pruebas.

1.2.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

YAULI José, en su investigación titulada “Desempeño sísmico de una viga reparada con fibras de carbono”. Colombia, (2014) cuyo objetivo primordial es la de determinar si existen beneficios en la utilización de fibras de carbono para la reparación de una viga y su resistencia en caso sísmico, dejándonos como conclusiones: nos indican que las fibras de carbono resaltan ampliamente en la utilización en campo por lo que se trata de un material demasiado ligero, y con alta maniobrabilidad, que sea capaz de adaptarse en cualquier geometría, adicional a ello, con su formato de comercialización, gestiona una buena adaptación incluso, sin juntas y así de esta

manera se elude esos puntos que son débiles en refuerzo. Después de los ensayos a flexión, se puedan indicar que sometiendo a las mencionadas vigas sin los refuerzos de fibras de carbono a la hora del ensayo, las fallas se van produciendo mediante unas fisuras a 90° en el lugar de las aplicaciones de cargas, por lo tanto, en las vigas que contienen láminas de fibra de carbono, las fallas se van produciendo a través de unas fisuras a 45°, las mismas que se propagan de manera violenta desprendiendo al recubrimiento de la parte baja en el concreto con el refuerzo que contiene fibra de carbono. El incremento de esta resistencia última entre las vigas que no tiene y con el refuerzo de la fibra de carbono, la cual aguantan, es altamente alto y de manera especial, en esta investigación se utilizó un nuevo modelo o tipo de fibra de carbono con mucho mayor espesor.

Tolosa Alberto en el trabajo de su autoría, titulado “Recuperación de estructuras de hormigón en base a CFRP (polímeros reforzados con fibras de carbono)” Santiago – Chile. (2005) Cuyo objetivo principal fue el determinar el nivel de recuperación que pueden presentar las estructuras de hormigón utilizando fibras de carbono en base a pruebas de campo, llegando a las siguientes conclusiones: que de acuerdo a lo analizado previamente se puede observar que las fibras de carbono CFRP son una gran alternativa como elemento de la reparación y el reforzamiento de las estructuras de concreto armado, primariamente vigas, y debido que al poseer elevadas capacidades mecánicas dan una gran capacidad máxima que sean resistentes incomparables en contraste con algún otro tipo de material para refuerzo como las platinas que son metálicas, y además de ser mucho más ligeras en peso, facilitaran su instalación rápida y nos reducirán el periodo de su ejecución . Haciendo referencia a las posibles ventajas que tienen dichas láminas de fibras lo más importante sin dudar sería mayor resistencia que dan las estructuras ocasionado a las grandes capacidades mecánicas que tienen estas láminas de las fibras de carbono, en menoscabo de conocimientos tipo tradicional en el reforzamiento como el juntado de las platinas que son metálicas.

Rosales Luis en su trabajo titulado “Análisis del comportamiento de una viga de concreto armado, ensayada a flexión, reforzada con barras de fibra de carbono” Tesis de la Universidad de San Carlos de Guatemala (2005) cuyo objetivo básico es la demostración en la máxima diferencia de aplicar o no, un refuerzo con las barras de fibras dentro de un ensayo a flexión en las vigas de concreto armado. Realizando un

trabajo experimental. Donde nos indica que las vigas de concreto armado están formadas por dos elementos básicos, como son el concreto y acero de refuerzo; en donde se puede dar que el concreto nos brindará una resistencia mayor a la compresión, por lo tanto, el acero dará una resistencia adicional a la tensión flexionante de las vigas. Ocasionalmente que una gran variedad de situaciones como el envejecimiento y la fatiga de los materiales y especialmente corrosión o fallo ocasionado en el acero, es imperioso reparar las vigas de concreto armado. Entre una de las mejores alternativas, es el sistema compuesto de barras de fibras de carbono, por su alta capacidad tecnológica y excelente nivel de desempeño. Alcanzando a las siguientes conclusiones en que el sistema de barra de fibras de carbono, alcanza un 20%, por sobre el módulo de ruptura en una viga de concreto armado, con evidentes ventajas de un menor impacto estético y alta aplicación, e incluso en las edificaciones que ya se encuentran en pleno funcionamiento. No obstante, se puede alcanzar mejores y mayores resultados, disponiendo con el refuerzo en cada zona de corte en las vigas. En las vigas sin fibras de carbono, se pudo evidenciar que la misma falla sucedió exactamente en la parte central de las vigas, a diferencia de aquellas vigas con refuerzo de fibras de carbono, en la que las fallas eran ocasionadas hacia las partes extremas de la fibra, fracasando dicha viga en la zona del cortante máximo.

Silva Vera, Pedro, (2016), en su tesis, “Refuerzo Estructural con fibra de carbono”. Quito – Ecuador, 2016 (40 p.p.) cuyo objetivo general de este trabajo fue “comparar la resistencia teórica a tracción calculada con ensayos experimentales de probetas de acero reforzados con fibra de carbono” (p.14), siendo la metodología de este trabajo de carácter investigativo, descriptivo. Sostuvo entre sus conclusiones

1. En los ensayos solo se utilizó la transferencia de los esfuerzos mediante la adherencia con pegamento epóxico. Se verificó la falla de laminación del material.
2. Se comprobó que durante los ensayos a tracción de los elementos reforzados hace que la resina alcance su límite máximo mucho antes de lo esperado, produciéndose la falla primero en el pegamento epoxi utilizado.
3. Se concluyó que el reforzamiento con fibra de carbono, el material no es nada barato, pero teniendo presente el debido ahorro en mano de obra y costo de tener un local, espacio o edificio sin utilizar durante una obra, la diferencia de dinero no es tanta.

4. Se comprobó que la fibra de carbono tiene un elevado índice de resistencia a la tracción a pesar de ser tan liviano.

Rosero L, (2013) En su tesis, "Reforzamiento de estructuras de hormigón armado con FRP (Fiber Reinforced Polimers), hecho al caso del refuerzo en una losa y en columnas de un auditorio de audiovisuales y un salón", en la Universidad Escuela Politécnica del Ejercito, Ecuador, (2013, p. 225) cuyo objetivo general de este trabajo fue: "Presentar al FRP como una opción bastante innovadora, eficiente y a la vez sencilla en el refuerzo de estructuras de hormigón armado y aplicados en tipos reales de refuerzos" siendo la metodología de este trabajo de carácter investigativo, descriptivo. Sostuvo entre sus conclusiones:

1. Se verificó la inalterabilidad en posibles características mecánicas de la fibra de carbono ante la figura de humedad, de disolventes, de ácidos o bases de agentes atmosféricas, etc.
2. Se verificó el desempeño elástico y lineal de materiales compuestos, obteniendo como resultado dúctil de la estructura si se desarrolla apropiadamente.
3. Se verificó que los materiales compuestos son linealmente elásticos hasta la falla

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Concepto fibra de carbono

"Las fibras de carbono son polímeros que saben obtenerse en el proceso de calentar en elevadas temperaturas a otro polímero a temperaturas de 1500°C, este otro polímero se llama poliacrilonitrilo". (Machado, A 2005, p. 26)

Dicho proceso de recalentamiento origina la formación de cintas correctamente alineadas de un porcentaje alto de carbono puro en forma de grafito, por esto es que se da su nombre de fibras de carbono.

Se puede añadir que su utilización en nuestro país no es reciente, ya que esta fibra no es algo nuevo ni reciente a nivel mundial: ya que se utiliza ya hace más 30 años y también se está ejecutando en industria del rubro manufacturera y aeroespacial de los

productos de poco peso, es muy anticorrosivos y de suma resistencia a la tensión dejándonos diversas e incontables ventajas en el campo del rubro de la construcción.

Según nos indica Machado, A (2005), “la fibra de carbono se trata de un producto que deriva de un elemento llamado poliacrilonitrilo”, que tiene de un origen de refinado del petróleo, de tipo oxidado entre (1500 y 2000 °C)”. Obteniéndose como resultado material con base a carbono, con la forma de láminas de fibras y en dicho producto los átomos de carbono se localizan en muy buena alineación, esta alineación genera elevada resistencia de la fibra. (p. 27)

Láminas de las fibras que son originadas por medio de un tratamiento térmico compuesto de un vínculo de carbono; el poliacrilonitrilo se organiza de manera natural y en comprobada dirección, y el grado de distribución derivado se da por un método químico, y que es superior del que se pueda lograr por tensión.

1.3.2. El Sistema de Reforzamiento Estructural

En general, de los sistemas conocidos acerca de refuerzo aprovechables, en este contexto, el que tiene mayor recepción ha tenido por alcanzar grandes excelencias proporcionadas es el de láminas. De esta manera, capas de láminas situadas alrededor o por debajo de las secciones del concreto reforzado, y unidas en un sistema adhesivo epóxico que lo hace especial, logrando una efectiva adherencia a la anterior superficie del concreto armado: la deducción es de una capa superficial del reforzamiento que apoya a sobrellevar las cargas de los elementos y apareja deflexiones excesivas, a ese comportamiento se puede adicionar su altísima aplicación y a un reducido valor, logrando un sistema ideal asentado en base a materiales de gran durabilidad y alta resistencia, con la relación de rigidez y peso elevada altamente resistente a los ataques tipo químicos.

Dichos sistemas de láminas de fibra de carbono FRP (conocido en inglés por “fiber-reinforced polymer”) se utilizan mucho más seguido en el Perú: los sistemas FRP poseen un costo de tipo competidor en comparación a los tipos de reforzamientos convencionales de refuerzo y un diferente comportamiento estructural altamente sensible. A pesar de que en nuestro medio (Perú) son muy reducidas las empresas especializadas en dar su aplicación y diseño establecido por el (ACI) y por el fabricante de la mencionada fibra, este sistema ha culminado inclinando a los

elementos de un entorno constructivo, los propietarios están altamente conformes por su aplicabilidad ofrecido por dicho sistema y su elevada capacidad para cambiar el uso de estructuras y los proyectistas quedan asombrados por las sorprendentes capacidad de tales materiales, y los contratistas llegan a estar bien conformes con su alta aplicación y ajuste adecuado a las estructuras.

1.3.3. Refuerzo con láminas de fibra de carbono

Para Pérez, Marco (2014), en este sistema el material de fibra de carbono se muestra en forma frecuente en láminas con fibras situadas unidireccionalmente embebidas en resina. Se puede localizar en presentaciones entre 0.33mm de su espesor y 60 cm en su ancho. Se puede obtener rollos entre 100 y 500 m, y después se pueden cortar en obra según requerimientos del reforzamiento. Para unir los laminados del elemento a reforzar se manipula una resina de tipo epoxica, el cual es un adhesivo de estabilidad pastosa. (p. 53).

También (American Concrete Institute, 2008), nos indica que el uso de Materia prima dispuestos de fibras de carbono contenido en una resina epóxido, también denominado como reforzado de fibra de polímeros, Son una opción a los materiales usados para la reparación y recuperación de elementos estructurales (p.3).

Por otro lado, (Acies, 2007), señala que el refuerzo con láminas de carbono es una tecnología gestionada en la utilización en obra de materiales compuestos, Siendo el método utilizado para el refuerzo estructural del pegado de la lámina externamente sobre la superficie del concreto, siendo una de las características de este material su alta resistencia a la tracción flexión y corte (p. 04)

Podemos mencionar lo indicado por (Bueno, 2008), que señala: “que el reforzamiento de una viga a través de una armadura de tracción adicional puede ejecutarse utilizando láminas en lugar de platinas de acero. Para tomar cargas de los elementos”. (p.60)

Así mismo Gómez Pulido, M. D., Sobrino, J. (1998), indican que la utilización de materiales compuestos como elementos adheridos a las estructuras de concreto admite

por la resistencia a la corrosión que la adherencia no sufra alteraciones, además admite una excelente maniobrabilidad y facilidad en la práctica. (p.9).



Figura N° 1 Laminado de las fibras de Carbono
Fuente: (SIKA).

1.3.4. Características del Reforzamiento con Platinas de Fibra de Carbono

Las definiciones sobre la característica del Reforzamiento con láminas de Fibra de carbono dadas por el libro de Aplicaciones Anticipadas de los elementos concertados en obras civiles y en edificaciones (Pérez, Marco, 2014, p.30). Donde se menciona:

“La lamina de fibra de carbono es el material compuesto resistente que tiene unas propiedades mecánicas comparables al acero. Los compuestos de fibra de carbono tienen un límite elástico mayor que el acero y una densidad mucho menor” (p. 57).

Referente al tema (Gómez Maria, y Sobrino, Juan, 2003), mencionaron “Se debe considerar sus más optimas asistencias mecánicas concretas y resistencia a corrosión, también de los beneficios económicos adquiridos en aquel transcurso total en el refuerzo, gracias a lo liviano que pueden ser algunos materiales dispuestos” (p. 85).

Como lo indica Salazar, Marco, (2014), “la principal particularidad técnicas de láminas de fibra de carbono seria su alta resistencia, pero edemas presentes otras propiedades que fueron mencionados por el autor según la siguiente tabla”.

Tabla N° 1 Tabla SEQ Tabla * ARABIC 1: Cuadro comparativo de las platinas de fibra de carbono

Material	Módulo elástico (GPa)	Límite elástico a compresión (MPa)	Límite elástico a tracción (MPa)	Densidad (kg/m ³)
Hormigón	20 - 40	5 - 60	1 - 3	2400
Acero	200 - 210	240 - 690	240 - 690	7800
Fibra de carbono	200 - 800	–	2500 - 7500	1750 - 1950

Fuente: (Pérez, Marco, 2014)

1.3.5. Importancia del Reforzamiento con láminas de fibra de Carbono

“Los conceptos sobre la importancia según el autor del Reforzamiento con lamina Fibra de carbono mencionados por el libro de Aplicaciones Avanzadas de materiales compuestos en obras civiles y construcción” (Pérez, Marco, 2014, P.25).

Refuerzo con láminas se convierte en opción a las diversas técnicas de un refuerzo estructural, Las ventajas que presentan las láminas son muy diferentes a otras y es fácil de manipular por presentar un peso bastante liviano, tiene una mayor capacidad portante en comparación al acero y con buena resistencia a factores ambientales.

De igual forma (Bueno, Rios 2008, p.28), “indica que los laminados de fibra de carbono se utilizan como una armadura que tomas las cargas de tracción en refuerzos a flexión, siendo esto una alternativa sumamente viable”.

En resumen, se puede desprender que la importancia radica en el ahorro de tiempo y su resistencia, siendo una alternativa sumamente atrayente.

1.3.6. Ventajas de las láminas de fibras de carbono

- Peso sumamente liviano
- Alta resistencia a tensión
- Muy Alta durabilidad, anticorrosivo y poca necesidad de un mantenimiento
- Rápida instalación, ahorro económico y tiempo de correcto procedimiento.
- Bajísimo aumento del espesor en geometría del bloque
- Alta flexibilidad, configurable a cualquier geometría del elemento

Propiedades del material

- Módulo de elasticidad
- $E = (700 \text{ a } 2300) \text{ kg/cm}^2$
- Esfuerzo de rotura – tensión
- $F_u = (15 \text{ a } 40) \text{ kg/cm}^2$

- (10 veces el acero de fy 4200)
- Deformación unitaria de falla
- $\partial u = 0.016 \text{ mm/mm}$

1.3.7. Tipos de materiales a base de fibras

Cuando se habla de materiales compuestos con fibras, podemos pensar en una gran cantidad de productos elaborados a partir de diferentes tipos de materiales. En general, podemos encontrar tres variedades en el uso de las fibras, fibras sueltas que se le adicionan al concreto, materiales pre conformados, y tejidos a base de fibras. En este estudio, se usaron tejidos a base de fibras.

Las fibras sueltas se han usado para aumentar la resistencia del concreto principalmente ante cambios volumétricos; no obstante, también se han obtenido buenos resultados con fibras de alta resistencia empleadas como refuerzo a cortante en vigas de acoplamiento como lo demuestran los estudios experimentales realizados por. (Parra .M, 2005, p.28).

El método de aplicación de estas fibras consiste en colocarlas durante el proceso de fabricación del concreto, lo cual propicia un acomodo en todas direcciones de las fibras, lo que a su vez provoca cierto aumento en la resistencia del elemento.

Los materiales pre conformados pueden encontrarse en forma de barras de refuerzo que pueden ser empleados en lugar del acero o en forma de placas que se agregan en elementos existentes con el fin de rehabilitar o reforzar dichos elementos; finalmente encontrarnos los materiales compuestos hechos a base de tejidos de fibras, los cuales se presentan en este estudio; estos materiales se colocan de igual manera que ciertos materiales compuestos pre conformados, y su uso es para la rehabilitación y reforzamiento.

1.3.8. Fallas que pueden sufrir estructuras de concreto armado

En el transcurso de los tiempos las estructuras o edificaciones por lo general suelen sufrir grandes patologías en toda la edificación, en vigas de concreto reforzado fallan normalmente por la determinante flexión, la compresión y por fuerzas externas que son producidas por sismos, también las vigas suelen fallar por un mal diseño o por aumento

de carga a la estructura siendo estas las más comunes, debido a los diversos factores que las afectan de las cuales podríamos nombrar:

- a. **Corrosión por el paso del tiempo:** denotado por fisuras en el concreto armado a nivel del acero que está en paralelo a la ruta de los refuerzos, desprendimiento del recubrimiento debido por lo general por un alto porcentaje de humedad, esto se puede traducir en la pérdida de adherencia y que debe existir entre la sección de acero y el concreto y ocasionando una gran disminución en la sección de corte transversal en las armaduras.

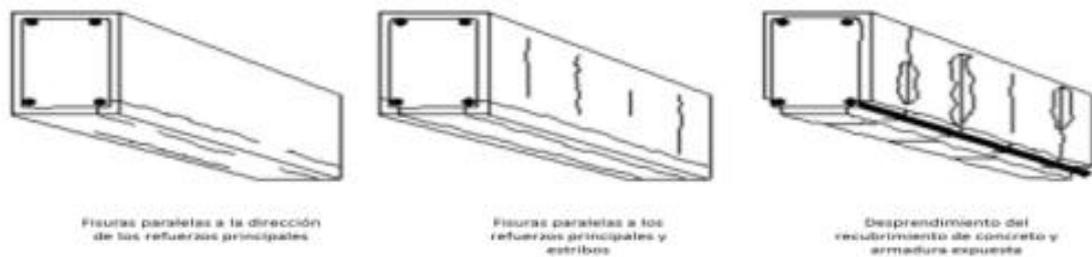


Figura N° 2 Fallas típicas estructurales en vigas de concreto armado

Fuente: Alegre Resistencia “Ductilidad Vigas”.2017

- b. **Por cargas exteriores:** esta propiedad se puede suscitar por diversos factores o variables que pueden ser por ejemplo la falta en el diseño estructural de algún estado de carga, o mal cálculo en la estimación de cargas no contadas en el diseño, o algún cambio en las edificaciones fuera de lo provisto como aumento de pisos. Se puede dar que en algunos casos que las acciones que se dan en cargas externas que son generadas en la estructura de concreto reforzado y que se dan por medio de la clasificación de fisuras:

En muchas circunstancias las posibles operaciones en cargas externas originadas en las estructuras de concreto armado se presentan por medio de una disposición de fisuras o daños al concreto que dependerá de la clase del tipo de demanda aplicada.

Se dan algunas disposiciones de fisuras o daños ocasionados en estructuras que tienen concreto armado, las cuales saben ser ocasionadas por las diversas ocasiones, suelen ser de tipo simples o a la vez compuestas.

- c. Temperatura y humedad.** Se trata de un factor que afecta y produce variaciones sobre todo de volumen en las estructuras en el concreto porque se produce un dilatación, cuando la temperatura es alta y cuando en baja tiende a disminuir o contraerse y sobre todo los cambios mayormente notorios se producen por presencia de la humedad la cual afecta directamente al concreto que también tiende a contraerse o expandirse.

Según Barrera y Pedro (2002.p.23), en la actualidad las estructuras por lo general utilizan para su diseño grandes cantidades de concreto lo cual ocasiona gran dificultad durante su colocación en las obras por lo que al ser una gran cantidad tiende a presentar mayor dificultad ya que: “para grandes cantidades de concreto poseen una gran problemática para poder derrochar el calor, porque la temperatura crece a consecuencia del calor concebido en reacciones de la hidratación del concreto”. Entonces en el tramo del enfriamiento se saben ocasionar esfuerzos, por vínculos externos o en internos, que por lo general fisuran del elemento estructural.

1.3.9. Tipos de resistencia

a. Definición de Resistencia

En un contexto interno de la ingeniería la firmeza del elemento en especial se puede precisar como más de las posibles capacidades para poder soportar los esfuerzos y las fuerzas ejecutadas sin conseguir el estado adverso de rotura, logrando obtener algunas deformaciones estructurales temporales o de maneras permanentes (Ottazzi.P, 2004, p.35).

Por consiguiente, en los diseños de elementos del tipo concreto armado, se puede encontrar algunas conceptualizaciones o normas al tipo de la carga que es aplicada, durante el diseño, al ensayo que se ha realizado, etc. Por lo deducido, y como parte de un alcance para este trabajo de desarrollo de la investigación presentado, propondremos entre las siguientes conceptualizaciones generales de la consiguiente forma indicada:

b. Resistencia Requerida

La resistencia pretendida se define como la ductilidad de un material o unidad transversal corresponde permitir para soportar las cargas aumentadas o por los tiempos, combinaciones de las cargas y fuerzas internas, según lo establecido en las Normas Vigentes (Norma E.060 Concreto reforzado y Norma ACI 318 14).

c. Resistencia Nominal

Entendemos como resistencia nominal, a la resistencia del elemento posicionado de manera transversal o componente calculado con todas las conjeturas, límites e hipótesis de los métodos de diseño por la resistencia, según lo indicado en las Normas Vigentes (Norma peruana E.060 Concreto Armado y Norma ACI 318-14), antes de poder utilizar cualquier factor con disminución de su resistencia.

d. Resistencia de Diseño

La resistencia de diseño no más que una resistencia nominal súper duplicada por el factor de la baja de resistencia que contiene, según lo establecido en las Normativas Vigentes (Norma peruana E.060 Concreto reforzado y la Norma ACI 318-14).

Un posible factor de disminución de resistencia, es el tipo de factor mínimo que la unidad y disminuye su resistencia, para obtener las dudas en los materiales o agregados y en claras dimensiones establecidas en normas vigentes (Norma peruana E.060 Concreto Armado y Norma ACI 318-14).

Para reducir o mitigar los factores de la baja de resistencia tenemos que tener en cuenta los siguientes indicativos:

- Posibilidad de que la existencia de elementos que contengan una resistencia reducida generada por las variaciones en resistencia de la propia estructura y dimensiones.
- Equivocaciones en las vastas ecuaciones en el diseño propuesto.
- Manifestar la ductilidad utilizable, la confiabilidad demandada para material proponer a efectos de la carga en atención

- Destellar la jerarquía del material en las estructuras.

e. Definición de rigidez

Rigidez se puede conceptualizar como la característica o propiedad que posee un elemento en miras de contraponer al factor deformación. La rigidez del elemento se puede cuantificar por medio del módulo de elasticidad o Young. Para un mismo refuerzo, el elemento con mayor E se deformará de manera poco considerable, acatando la Ley de Hooke (Ottazzi. C, 2004, p.8).

$$E = \frac{d}{\epsilon}$$

La Normativa aprueba acoger a cualquiera de la suposición sensata para una alta valoración en su rigidez flexionante y en la torsión de sus columnas, los muros y las vigas.

Las figuraciones que se van forjando, corresponderán a ser equilibradas a lo largo del requerido análisis propio. La rigidez que se enfoquen para el análisis estructural, preferiblemente se corresponderían de reflejar en:

- Grado de la acción inelástica y la fisuración en lo largo de cada uno de los elementos antes de la dada fluencia.
- Cargas de poca durabilidad y las cargas que son sostenidas, y que generan una fluencia plástica en el concreto compactado.

1.3.10. Ductilidad

“La ductilidad podemos definirla como la propiedad que posee una estructura en el poder aguantar las deformaciones, habiendo logrado límite elástico; es indicar la gran capacidad de poder deformarse en rango inelástico sin desmoronarse”. (Fernández. H, 2004, p.10).

La ductilidad en cualquier edificación admite predisposición de su capacidad futura de la estructura, y que es juicio altamente destacable para un determinado diseño de la estructura sobre sus cargas convencionales.

En práctica en el diseño que sea resistente en cuanto sismos, el vocablo ductilidad se manipula para poder evaluar el provenir sísmico de las es construcciones, por medio del ribete de la

cantidad de energía sísmica producida que puede ser prodigada por medio de distorsiones plásticas (Gioncu, 2000, p.32).

1.3.11. Refuerzo mediante materiales compuestos (Laminas de carbono)

a. Estudio de los elementos propios del sistema

A continuación, se aprecia una descripción de elementos propios de un sistema de refuerzos. Trataremos de forma breve, sobre materiales que conforman parte de sus elementos en estudio y que detallan sus propiedades y características de cada uno de ellos. Seguidamente se enumerarán los pasos que son recomendados por el fabricante para colocar el refuerzo en obra.

b. Descripción de fibras

Los materiales que son compuestos son formados, de manera general, de 2 componentes, una que es la fibra y la otra que es una matriz. La fibra podría ser de vidrio, fibras de carbono, kevlar o polietileno. La matriz normalmente puede ser un termo rígido, como también una resina epoxi, polidiciclopentadieno, o políamida. La fibra también es incluida a la matriz con la finalidad de volverla más resistentes.

Los polímeros reforzados con las fibras tienen 2 atributos muy básicas: una que son muy resistentes y a la vez, muy ligeros. Son mucho más resistentes que el propio acero, y de peso menor, por lo que podrían ser usados con la finalidad de reemplazar a los metales en sus múltiples funciones.

La matriz mantendrá unida a dichas fibras, éstas al ser resistentes, podrían ser más frágiles. Esta matriz que proporciona una dureza al material compuesto, como una gran resistencia a la tracción, generalmente tienen baja resistencia a la compresión, debido a que la matriz le otorga al material compuesto, una resistencia a la compresión.

c. Secuencia de daños de los compuestos.

- Por rajadura de sus fibras.
- Por torsión de la fibra por esfuerzos de compresión.
- Por despegamiento de material.
- Por agrietamiento de matriz.

- Por delaminación.

Para efectos de conocimiento, sabemos que la fibra, es la que mejor tiene altas características químicas y mecánicas. Es un estado de polímero de cierta forma de un grafito, en la cual las láminas son delgadas y largas. Son fabricados a partir de otro polímero, denominado poliacrilonitrilo, generados a través de complicados procesos de calentamiento de material.

Las fibras que son dispuestas en la matriz de forma longitudinal, por lo tanto, en la dirección de la carga poseen una resistencia a la tracción y rigidez elevadas. Tiene un comportamiento lineal hasta su rotura, tienen un comportamiento muy excepcional, frente a la fluencia y fatiga. Tiene densidad muy bajísima, por lo que se pueden transportar con mayor sencillez y facilitan su ubicación sobre cualquier superficie de concreto, minimizando así de esta manera, el número de personal necesarios para esta tarea, además no se requiere de equipos de sostén con apuntalamiento; a manera de costo y beneficio, la instalación es baja; no obstante, el costo del material no es muy elevado.

d. Detallado del adhesivo

El adhesivo usado en estos tipos de aplicaciones, consiste de una resina epoxi formada por 2 componentes, un polímero que tiene poco peso molecular con sendos grupos epoxi al final, otro componente es diamina.

Cuando son mezclados ambos, el diepoxi 301 A y la diamina 301B, tienden a reaccionar, uniéndose entre sí, de tal forma que son enlazados todas sus moléculas del diepoxi y la diamina, produciéndose una sustancia rígida que podría ser altamente resistente, pero no será procesable, no puede moldearse, y tampoco fundida. La razón por la cual, los 2 componentes no vienen en sí, mezclados. Si en caso, estuvieran, conformarían una masa sólida, con baja aplicabilidad como es un adhesivo.

El comportamiento isótropo y lineal hasta la ruptura de las resinas epoxi han producido de manera excelente, la condición de adhesivos, siendo éstos unos de los pocos que se podrían utilizarse en los metales.

e. Propiedades de las fibras de carbono

Al hablar de fibra de carbono se puede distinguir de terceros elementos concertados por poseer características de tipo específicas de las propiedades destacables de las láminas de fibras de carbono, podemos mencionar:

- Poca densidad, transformándolo en un tipo de elemento más liviano en similitud con tipos de materiales compuestos. Frecuentemente se observa su variación en el rango estimado en $1.8 - 2.2 \text{ g/cm}^3$.
- Poseen una cifra de dilatación enormemente reducida, en lo cual admite una gran permanencia dimensional en la estructura y su conductividad térmica muy elevada.
- Tiene capacidad de conductor eléctrico, de muy baja conductividad térmica en su estructura.
- Posee un buen volumen en aislamiento.
- Resistencia a las posibles conmutaciones en la temperatura, y conservando su propia figura.
- Resistente a los ambientes alcalinos, y a los externos que son susceptibles a alta corrosión
- Del área delgada, se consigue ser básicamente cruzadas y a la vez traslapadas. Poseen disposición de modificación y modificaciones de sus diseños.
- Realzada resistencia mecánica, con superior módulo de elasticidad.
- Elevada rigidez para aprovechamiento del acero.
- Posee gran firmeza a fatiga.

1.3.12. Juicios generales para el diseño:

La técnica de los refuerzos estructurales manejando elementos confeccionados en base a las láminas de fibras de carbono es respectivamente sucedido en el rubro de la construcción, si hacemos comparativa con diversos ejemplares de materiales manipulados en refuerzos como el acero, sea utilizándolo en forma de láminas del tipo empotradas, en armaduras posicionadas posteriormente o en los perfiles añadidos.

Adentrándonos al campo de la posible reparación y en el refuerzo de las construcciones, los técnicos en proyectos han tenido que enfrentarse a problemas estructurales que demandan de soluciones no abrigadas de forma implícita por ninguna

norma; este es el caso del cálculo de los refuerzos con platinas empotradas, adheridas con las resinas epóxicas.

En este tipo de los refuerzos que se vienen presentando calculando y ejecutando, hace más de treinta años, fundamentándose a base de los ensayos generados en los diferentes centros de la investigación, en tesis doctorales y en la experiencia acumulada por las realizaciones en diversas construcciones.

1.3.13. Estructural

Existen muchas metodologías para poder implementar las láminas como un refuerzo estructural. El método a seguir para la distribución de la lámina en las vigas de concreto armado es en la subsiguiente forma (Helen, 2003, p.17).

Primero para hacer un reforzamiento con lamina de fibra de carbono se tendrá que hacer unas pruebas al concreto como por ejemplo prueba de la esclerometría o la diamantina para saber cuál es la resistencia actual del concreto.

1.4. ESCLEROMETRIA

Según la Norma ASTM C-805, que el esclerómetro estima la resistencia del concreto f'_c esto se da a través de rebotes en el concreto endurecido usando esclerómetro.

1.3.1. Importancia y aplicación

El ensayo estima la resistencia del elemento de concreto a partir del número de rebotes, sin embargo, se debe tomar en cuenta que este método de prueba no es conveniente como la base para la aceptación o el rechazo del concreto según norma ASTM C-805.

1.3.2. Objetivo de la prueba del esclerómetro

- Observar en qué condiciones es otorgado el esclerómetro para el manejo del usuario
- Conocer el manejo del esclerómetro para la obtención de datos

- Verificar la obtención de los datos según el manual de operación del instrumento

1.3.3. Campo de aplicación

- Evaluar una uniformidad en el concreto durante obra
- Información de oportunidades para desencofrar los elementos de concreto.
- Aprender la evolución de la resistencia de estructuras, cuando se encuentra con antecedentes.
- Determinar los niveles de calidad resistente, cuando no se tenga informaciones al respecto.
- Colaborar con otros medios no destructivos a evaluación de estructuras.

1.3.4. Factores influyentes en el ensayo

- Ubicación del elemento martillo.
- Estado y textura de la superficie de concreto (aumenta resistencia)
- Medición, forma y la rigidez del elemento constructivo.
- Edad propia del concreto.
- Condiciones de humedad interna.
- Tipos de agregados.
- Tipos de cementos.
- Tipos de encofrados.

1.3.5. Especímenes de ensayo

Los especímenes de concreto a ensayar serán por lo menos 100mm (4pulg.) de grosor y fijos dentro de su estructura. Especímenes más pequeños, deben ser apoyados de manera rígida, y se deben evitar todas las áreas que exhiban vacíos entre su agregado grueso, rugosidad o elevada porosidad, de ser posible, las losas, estructurales de apoyo para la prueba deben evitar tener superficies con acabados.

El área deberá ser 150mm (6pulg.) de diámetro. La prueba no puede ejecutarse en concretos congelados, ni en recubrimientos de las barras de refuerzo menores a 20mm.

1.3.6. Resumen procedimental

Sostener el esclerómetro de manera firme, en que el émbolo esté perpendicular a la superficie del ensayo, luego se empuja de manera gradual el instrumento hacia la superficie de prueba hasta que impacte el martillo. Posterior al impacto, mantener la presión en el instrumento, y de ser necesario, presionar el botón del instrumento para trabar su émbolo en su posición contraída.

Se deberá leer la cantidad de rebotes en la escala, y se debe redondear al número entero más cercano, registrándolo. Las pruebas se realizan a no menos de 25mm (1pulg.) entre puntos.

Se debe examinar la impresión lograda en la superficie después del impacto, y si el impacto rompe o daña, significara que la superficie tiene un vacío de aire, por ello se debe descartar la lectura y realizar otra.

1.3.7. Requerimientos para solicitudes

El interesado debe realizar una solicitud por el trabajo donde especifique el número de puntos que dese explorar. Para este tipo de trabajo, se realiza un mínimo de 6 puntos. En la solicitud el interesado debe especificar la localización del lugar donde se van a realizar los ensayos y de ser posible adjuntar el plano donde se muestren claramente los puntos donde hayan hecho los ensayos.

1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según Hernández Sampieri (2003), teniendo ya la idea de investigación o se ha profundizado en el tema se procede a profundizar en el tema en cuestión, por consiguiente, se encuentra en condición de poder plantearse el problema de la investigación observado, que no es más que plantear la pregunta de investigación a la cual queremos encontrar una solución de una manera formal, en base a antecedentes o recolección de datos que se puedan obtener en un estudio con procedimientos científicos. (p. 9).

1.4.1. Problema General

¿Cuál es la relación entre el reforzamiento de las vigas de concreto armado con las láminas de fibras de carbono en las casas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” Breña– Lima 2017?

1.4.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la relación entre la resistencia y las láminas de fibra de carbono en las vigas de concreto armado de las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017?
- ¿Cuál es la relación entre la ductilidad y el refuerzo de las vigas de concreto armado con láminas de fibras de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017?
- ¿Cuál es la relación entre la flexión del reforzamiento de vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017?

1.6. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Podemos observar actualmente el uso de reforzamientos con fibras de carbono mucho más que años anteriores para las posibles fallas estructurales por lo que su utilidad es muy importante y además es muy práctico y consta de materiales accesibles y no es muy costoso sumado a que su aplicación es de manera sencilla, y se justifica en la necesidad de conocer todos los sistemas que puedan brindar una seguridad a nuestras estructuras en la actualidad, estas fallas estructurales pueden afectar enormemente las edificaciones y es usado por lo general para poder dar una mejora a las diversas propiedades de flexión, diseño, o confinamiento de las estructuras a las que se le aplique sobre todo en vigas, muros o columnas.

Para la actividad de refuerzo es básico tener el conocimiento adecuado y sobre todo realizar pruebas que den a cabalidad su viabilidad como un sistema apropiado de refuerzo, es donde la fibra debe ofrecer gran resistencia a la tensión y sobre todo al posible peso si son edificaciones elevadas (más de 2 pisos), que por lo general hoy en

día debido al crecimiento poblacional en las grandes ciudades como Lima, se hace necesario e impetuosa la necesidad de construcciones más elevadas y por ende surge la necesidad de darles una buena estructura o un buen reforzamiento.

El presente trabajo pretende utilizar para su investigación una metodología en el reforzamiento estructural con fibras de carbono. A la vez se podrá determinar el debido comportamiento y que grado de contribución nos brindara el correcto reforzamiento en casos de resistencia a flexión y confinamiento de algunas estructuras, para lo cual es necesario analizar algunas secciones en las vigas construidas con concreto armado y con el debido reforzamiento con láminas que son sometidas a flexión, corte y confinamiento, para llegar a los resultados buscados.

Por esta razón en este estudio se contará con investigaciones realizadas por otros autores para en base a su experiencia determinar su gran importancia y su uso en la actualidad y contribuir de alguna forma en brindar las bondades que puede dejarnos esta aplicación del reforzamiento estructural con fibras de carbono.

1.7. HIPÓTESIS

Según nos indica Grasseau P. (2003): “La hipótesis no es más que la suposición de una realidad que todavía no se ha establecido, quiere decir, que es una conjetura que se realiza sobre el planteamiento que no se conoce y que se ha formulado justamente con el objetivo de llegar a descubrirla. (p. 103).

1.6.1. Hipótesis General

Existe una relación positiva entre el reforzamiento de las vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” Breña– Lima 2017.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- Existe una relación positiva entre resistencia y las láminas de fibra de carbono en las vigas de concreto armado de las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017.
- Existe una relación positiva entre la ductilidad y el refuerzo de las vigas de concreto armado con láminas de fibras de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017.
- Existe una relación positiva entre la flexión del reforzamiento de las vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017.

1.8. OBJETIVOS

Los objetivos de una investigación están definidos como los logros a los que se requiere llegar o conseguir en una investigación y los mismos describen las perspectivas que se desprenden del estudio y nos dan una muestra de lo que se espera conseguir como resultados (Galicía, F. 2003, p.19).

1.8.1. Objetivo General

Determinar la relación entre el reforzamiento de las vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono en casas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” Breña– Lima 2017.

1.8.2. Objetivos Específicos

- Determinar la relación entre resistencia y las láminas de fibra de carbono en las vigas de concreto armado en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017.
- Determinar la relación entre la ductilidad y el refuerzo de las vigas de concreto armado con láminas de fibras de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017.
- Determinar la relación entre la flexión del reforzamiento de vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017.

II. METODOLOGIA

La metodología conlleva a indicar que el término de la investigación lleva las nociones de perseguir, datos, pistas, inspeccionar de una manera sistemática con la idea de aportar nuevos conocimientos sobre un tema específico en base a pruebas sobre un tema poco conocido. (Quintana T. 2008, p. 24).

2.1. Tipo de la investigación

El nivel utilizado es de estudio aplicado siendo la investigación descriptiva a un inicio porque voy a dar a conocer sus propiedades y funciones del material a reforzar y explicativo al final porque voy a medir y evaluar causa efecto de las variables.

La investigación descriptiva correlacional tiene las siguientes características: Mide y evalúa con precisión la relación que existe entre dos variables. Su aplicabilidad radica en saber cómo se comportará una variable, conociendo el comportamiento de otra variable. Porque se trata de describir como se da el problema de investigación y de cómo se da en el tiempo de estudio, lo cual nos llevara a recabar, y analizar la información obtenida en base a las variables. (Hernández y Sampieri, 2010, p.22).

En la presente investigación se presenta una tipología aplicada, porque las teorías, métodos y normas ya están dados o establecidos.

2.2. Diseño de la investigación

Para Trochim (2005), hablar de diseño es indicar que es el método de unión que mantiene a la investigación con coherencia. Y es utilizado para poder estructurar dicha investigación, para poder mostrar como todas las otras partes más resaltantes del proyecto de investigación se fusionan en conjunto con el único objetivo de responder a las preguntas centrales de la investigación (p.35).

En este estudio se realizará un diseño experimental

Según nos señala (Sena, 2014, p.20). “Experimental conocido también como diseño de controles aleatorios o modelo experimental, en este tipo de diseño el investigador debe establecer un conjunto de situaciones y relaciones de causas y efectos bajo condiciones específicas y aplicar el método científico donde se observan, miden y evalúan los resultados teniendo en cuenta unas variables y observando el comportamiento de las mismas”.

2.3. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo.

Según (Roberto .H, 2010, p.4). “El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa sigue a la otra y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase”.

2.4. Variables de estudio

Al hablar de variables debemos conocer su definición que no es más que la que se refiere a la capacidad que poseen objetos y cosas para poder modificarse de su estado actual a uno diferente, es decir que poseen la capacidad de cambiar y poseer valores totalmente diferentes.

De acuerdo a esto Sabino (1980) “nos señala que “Entendemos por una variable a el tipo de característica de la realidad que es susceptible de adaptarse a cambios por consiguiente es aquella que puede cambiar, y variar para un determinado fin u objeto predispuesto para tener un valor fijo” (p.45).

2.4.1. Variable independiente

Reforzamiento en vigas de concreto armado.

DIMENSIONES

- Resistencia
- Ductilidad

2.4.2. Variable dependiente.

- Láminas de fibra de carbono

DIMENSIONES

- Flexión
- Tracción

Tabla N° 2 Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	Tipo y Diseño de la investigación
INDEPENDIENTE Reforzamiento de vigas de concreto armado	Se refiere al refuerzo adecuado de estructuras como vigas hechas con concreto con la consigna de incrementar la capacidad de carga y ser viabilidad de una estructura.	A las vigas de concreto armado se le refuerza con la finalidad de que puedan soportar más sobrecargas en una edificación, para dar más ventajas a los usuarios.	Resistencia	El estudio aplicado en la investigación es descriptivo correlacional. El diseño es experimental
			Ductilidad	
DEPENDIENTE Lamina de fibra de carbono	Fibra de carbono se maneja primariamente para reforzar elementos compuestos, para conseguir materiales conocidos como plásticos reforzados con fibra de carbono. Ocasionado a la formación de metal carburos metálicos y corrosión, la fibra de carbono ha poseído un éxito muy limitado en aplicaciones de compuestos de matriz metálica.se acomoda de refuerzo de fibra de carbono con grafito, y se esgrime estructuralmente en aplicaciones de gran temperatura	La fibra de carbono es un polímero recalentado a 1500°C a otro polímero llamado policrilonitrilo, al calentar da unas cintas perfectamente alineadas a esto se le llama láminas de fibra de carbono, se le refuerza a la estructura con la finalidad dar una mayor resistencia a la flexión.	Flexión	La población de análisis serán todas las viviendas multifamiliares del proyecto mi vivienda del distrito de Breña – Pariacoto en el año 2017. La muestra que se tomará será representativa del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” y serán ubicadas en las viviendas Nro. 578 del Jr. Pariacoto y Nro. 377 del Jr. Yurua, Urb. Chacra Colorada, Breña-Pariacoto Lima 2017.
			Tracción	

Fuente: Elaboración propia

2.5. Población y muestra

2.5.1. Población

Según Carrasco S. (2013) “Población se considera como el conjunto de los elementos (unidades de análisis) que forman el ámbito espacial donde se desarrolla la investigación”. (p.236)

Para el proyecto de investigación, la población será conformada por todas las viviendas multifamiliares del proyecto mi vivienda del distrito de Breña

2.5.2. La Muestra

Muestra es un subconjunto o parte de la población” (Pérez, 2004, p. 249).

Es una pequeña parte de la población o un subconjunto de esta, que posee las mismas características de aquella. Esta es la propiedad que hace posible que el investigador generalice sus resultados a la población (Oseda D. et-al 2011, pág. 144)

La muestra que se tomará será representativa del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” y serán ubicadas en las viviendas Nro. 578 del Jr. Pariacoto y Nro. 377 del Jr. Yurua, Urb. Chacra Colorada, Breña, elegidos a criterio por que las edificaciones presentan mayores daños estructurales, a los cuales se les aplicará el instrumento y análisis elegido para el trabajo

2.6. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

Son herramientas y medios para, analizar, recolectar transmitir los datos sobre los fenómenos que se va a investigar.

Las técnicas son recursos y operaciones de recolección de la información, que se usan para una investigación para adherirse a su conocimiento.

“Por consiguiente el instrumento esquematiza en si la labor previa del estudio resume las aportaciones del marco teórico al escoger datos que pertenecen a los indicadores y, por lo consiguiente a las variables o definiciones utilizadas”. Sabino C. (P. 149).

En esta investigación se dispondrá de las técnicas con sus pertinentes instrumentos:

- a) Técnica: estimar resistencia:
 - instrumento: esclerómetro digital
- b) Técnica: probetas reforzadas con fibra (flexión)
 - instrumento: maquinas especiales a flexión
- c) Técnica: compresión:
 - instrumento: maquinas especiales de laboratorio a compresión
- d) Técnica: Observación:
 - Instrumentos: Documentos, Informes de Control.

Tabla N° 3 Técnicas e instrumentos

Variables	Dimensiones	Instrumentos	Procedimiento
1. Reforzamiento de vigas de concreto armado	Resistencia	Maquinas especial a la compresión	Se le aplicará un ensayo a la compresión hasta q la probeta se rompa y ahí nos dará sus resultados su resistencia del concreto
	Ductilidad	Esclerómetro digital	Se le aplicará a la edificación, medirá su resistencia actual del concreto.
2. Láminas de fibra de carbono	Flexión	Maquinas especiales a flexión	Se preparará vigas según norma para ensayos a flexión con fibra de carbono y sin fibra de carbono.
	Tracción	Maquinas a tracción	A la fibra de carbono se le ensayara con máquinas a tracción.

Fuente: Elaboración propia

2.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

2.7.1. Procesamiento de Datos

Para el análisis de datos la metodología que se aplicara será en base de ensayos que se ejecutaran a probetas y vigas en el laboratorio por parte de los expertos en la rama, los cuales nos darán resultados validados y sellados por especialistas del laboratorio.

2.7.2. Validez y confiabilidad del instrumento

Según señalan Hernández, Fernández y Baptista (1998),” la validez es de manera generalizada, y representa al grado en que un instrumento puede medir

Según Pérez, E. y Delgado, M. (2006) “la eficacia de contenido conforma el grado en el cual los ítems del instrumento instituyen una muestra representativa del universo de contenido que se estudia. Por consiguiente, la validez es el grado de coincidencia entre el contenido teórico y el contenido del instrumento” (p.85).

El objetivo de la validación será desarrollar análisis de coherencia por juicio de peritos.

La validez no puede establecerse en términos absolutos respecto a ninguna variable de nuestro estudio, sino que es una cuestión de grado. La deliberación de uno u otro tipo de validez o varios tipos a la misma vez, dependerá de funciones típicas u objetivos que cumplirá dicho instrumento de medición particular a ser estudiado (Martínez R., 2006, p.220).

a. Validez

El Juicio de expertos en este caso serán los jefes especialistas del laboratorio de la UNI siendo ellos los que firmarán la validez respectiva de los ensayos realizados en diferentes pruebas experimentales.

b. Confiabilidad

Hernández E. (2003 p. 243), señalan que la confiabilidad de un instrumento de medición se representa al grado en que su aplicación frecuentada al mismo sujeto u objeto provoca iguales consecuencias.

La confiabilidad se da a través de las pruebas en el laboratorio, los instrumentos usados para ser confiables tendrán los siguientes requisitos:

- Características de calidad de instrumentos
- La calibración actualizada en maquinaria
- Los ISOS de la empresa
- Firma y sello del especialista en laboratorio

2.8. ASPECTOS ÉTICOS

La ética es reconocida por “el estudio de los valores y relaciones con las pautas de comportamiento” (Baca, 1996 p.39) señala a la investigación, como práctica social, a propagar la producción de conocimiento consintiendo el establecimiento de una relación ética con el problema que se investiga y con los sujetos sociales con los que puede intervenir.

Para que el estudio se sustente en los compendios de la ética, cuando sujetos de exposición son productos, teniéndose en consideración los aspectos fundados al respecto.

Debe de tomarse en consideración en este aspecto si se cumple con veracidad de resultados, y la confiabilidad de datos serán brindados por el laboratorio de Ingeniería de la UNI.

III. RESULTADOS

3.1. Lugar de ubicación del proyecto:

El proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto”, se encuentra ubicado en Jr. Pariacoto Nro. 578 y Jr. Yurua Nro. 377, Urb. Chacra Colorada en Breña, y se da en un solo bloque de 3 pisos, en una esquina, donde casi todos los ambientes ventilan hacia los frentes del terreno, con un gran ducto interior para algunas áreas a los que sirve, como una pequeña plazuela.

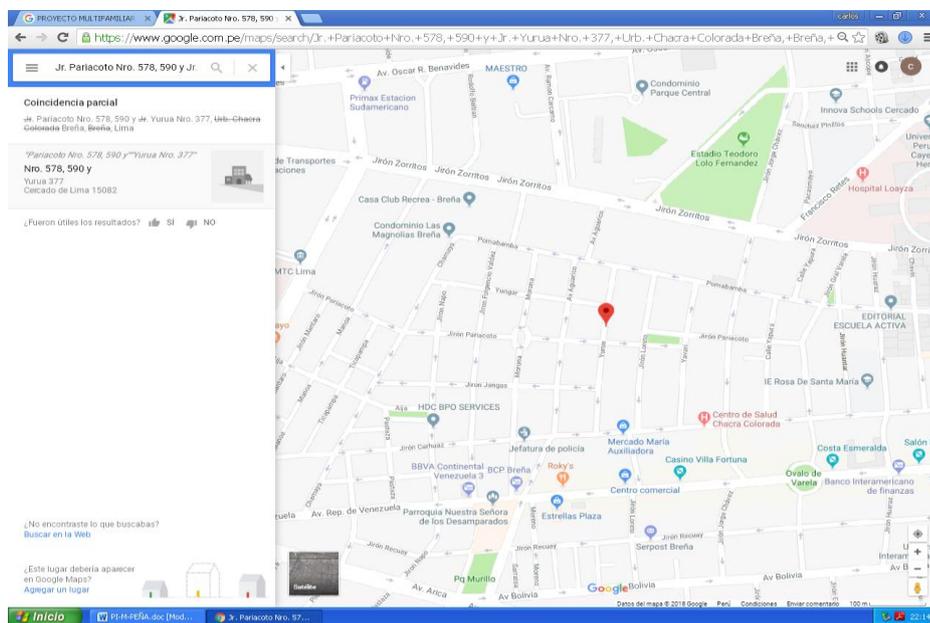


Figura N° 3 Plano de ubicación

Fuente: Google maps

3.2. Ensayo de esclerometría en viviendas del proyecto multifamiliar mi vivienda “Pariacoto” Breña – Lima

Procedimientos de campo.- En este informe se hará mención al uso de uno de los métodos no destructivos que nos ayudara a determinar el valor tentativo de $f'c$ de una zona de concreto armado dicho instrumento es el esclerómetro con el cual se consigue una serie de datos conoce como índices de golpes, de los cuales sacamos su promedio y empleando un ábaco podemos obtener $f'c$ (n/mm^2), quedando claro que el uso del ábaco está en función de la posición en la que se empleó el esclerómetro para obtener

los datos. Este análisis se realizó en el Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” están ubicadas en las viviendas Nro. 578 del Jr. Pariacoto y Nro. 377 del Jr. Yurua, Urb. Chacra Colorada, Breña, elegidos a criterio por que las edificaciones presentan mayores daños estructurales, a los cuales se les aplicará el instrumento y análisis elegido para el trabajo



Figura N° 4 Procedimiento de Campo

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Campo de aplicación

El esclerómetro fue propuesto para encontrar la resistencia del concreto por lo que no se cuenta con una información exacta del tipo de concreto o tipo de resistencia que tuvieran las edificaciones, esto pasa porque las edificaciones no fueron construidas por personas capacitadas o profesionales en el tema de edificaciones, fueron hechas empíricamente. El ensayo se dio en dos viviendas uno está ubicado en Pariacoto N° 578 y Jr. Yurua N° 377, urbanización chacra colorada en el distrito de Breña. En donde se hicieron las pruebas en viga y columna de las edificaciones.



Figura N° 5 Campo de aplicación

Fuente: Elaboración Propia

3.4. APARATOS UTILIZADOS DURANTE EL ENSAYO

3.4.1. Martillo de rebote

Es una barra de acero, esto recibe el impacto de la pieza de acero promovida por el resorte. El impacto se transfiere a la superficie del concreto, debido a la resistencia la pieza rebota y el desplazamiento máximo es registrado en la escala lineal fija.



Figura N° 6 Aplicación del Martillo de rebote
Fuente: Elaboración Propia

3.4.2. Piedra abrasiva

Está formado por granos de carburo de silicio de tamaño medio o alguna otra materia y textura similar.



Figura N° 7 Uso de la Piedra abrasiva

Fuente: Elaboración propia

3.5. PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO

Para ejecutar el ensayo se elige y prepara una zona de concreto que cumpla con:

- Elemento de ensayo de aproximadamente 15x15cm
- Superficie lisa y sin recubrir (utiliza piedra abrasiva)
- Dibujar una cuadrícula de líneas entre 1" y tomar la intersección de las líneas como puntos de impacto

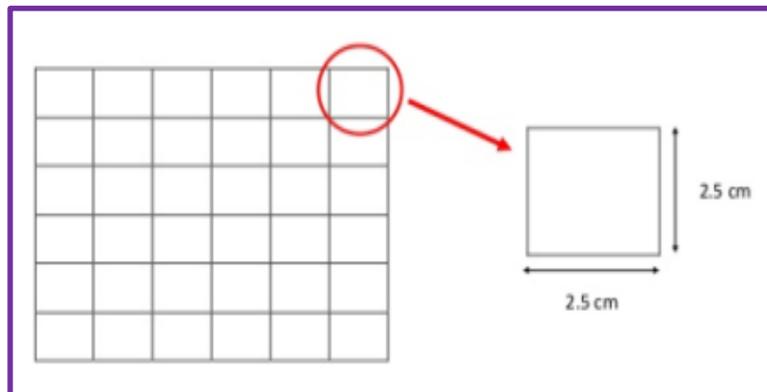


Figura N° 8 Selección de la zona

Fuente: Elaboración propia

- Hacer al menos 9 lecturas (distanciadas entre si 1")

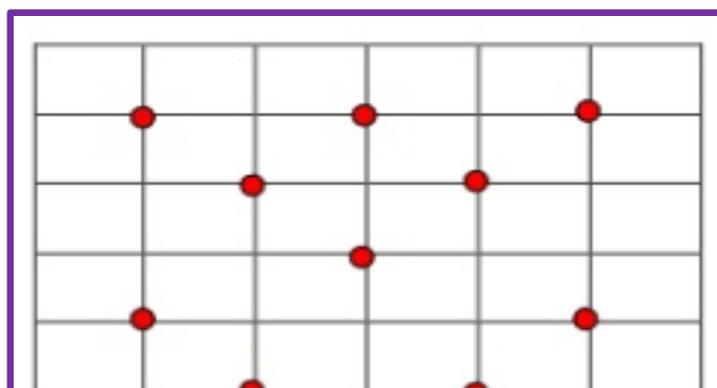


Figura N° 9 SEQ Figura * ARABIC 9: Selección de 9 lecturas

Fuente: Elaboración propia

e) Se difieren repetir ensayo

3.6. RESULTADOS DE LABORATORIO DE ESCLEROMETRÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
 LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Acreditado por
ABET
 Accreditation Board for Engineering and Technology
 Engineering Technology Accreditation Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : WAGNER PEÑA PONTE
 Obra : PROYECTO MULTIFAMILIAR
 Asunto : Ensayo de Esclerometría
 Expediente N° : 18-1259
 Recibo N° : 60038
 Fecha de emisión : 03/04/2018

1. DE LOS ELEMENTOS : Se realizó el ensayo de esclerometría (Martillo de Schmidt), en las superficies laterales de una columna y una viga ambas de concreto armado, a fin de estimar la uniformidad de su resistencia.

2. DEL EQUIPO : Esclerómetro 1J0317.
 Certificado de calibración: LD-0543-2016.

3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.181.2013.

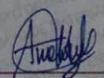
4. RESULTADOS :

E1 - COLUMNA	
Lectura	Valor del rebote
1	38
2	42
3	38
4	40
5	42
6	38
7	34
8	38
9	40
10	38
Promedio	39
Desv. Estándar	2.3
Sentido	Horizontal

E2 - VIGA	
Lectura	Valor del rebote
1	34
2	32
3	32
4	30
5	32
6	34
7	32
8	36
9	34
10	36
Promedio	33
Desv. Estándar	1.9
Sentido	Horizontal

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente a la ubicación de los puntos para el ensayo fue proporcionada por el solicitante.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.
 Técnico : Sr. L. O. R.


Ms. Ing. Ana Torre Carrillo

ENSAYO NO DESTRUCTIVO

Fuente: Laboratorio UNI

EVALUACION DEL CONCRETO POR EL

ESCLEROMETRO (NTP: 339.181)

ENSAYO E2 VIGA

Área de evaluación: N°	: P-2-01
Identificación de la estructura	: Viga
Localización	: Pariacoto Nro. 578 San Miguel
Descripción del ensayo	: Ensayo de esclerometría
Descripción del concreto	: Concreto de $f_c=210$ kg/cm ² a 7
Composición del concreto	: Arena gruesa y piedra huso 67
Resistencia del diseño	: $f_c=210$ kg/cm ²
Edad	: > a 28 días
Condiciones de curado	: Químico (QUITASOL- SIKA)
Tipo de encofrado	: 0



Medición

Medición 01:	34
Medición 02:	32
Medición 03:	32
Medición 04:	30
Medición 05:	32

Figura N° 11 SEQ Figura * ARABIC 11: Toma de mediciones

Fuente: Elaboracion propia

Se utilizó el siguiente gráfico de conversión, el modelo N/NR del fabricante Schidt Hammer. El equipo se utilizó de manera horizontal, por lo cual trabajamos con la curva del medio.

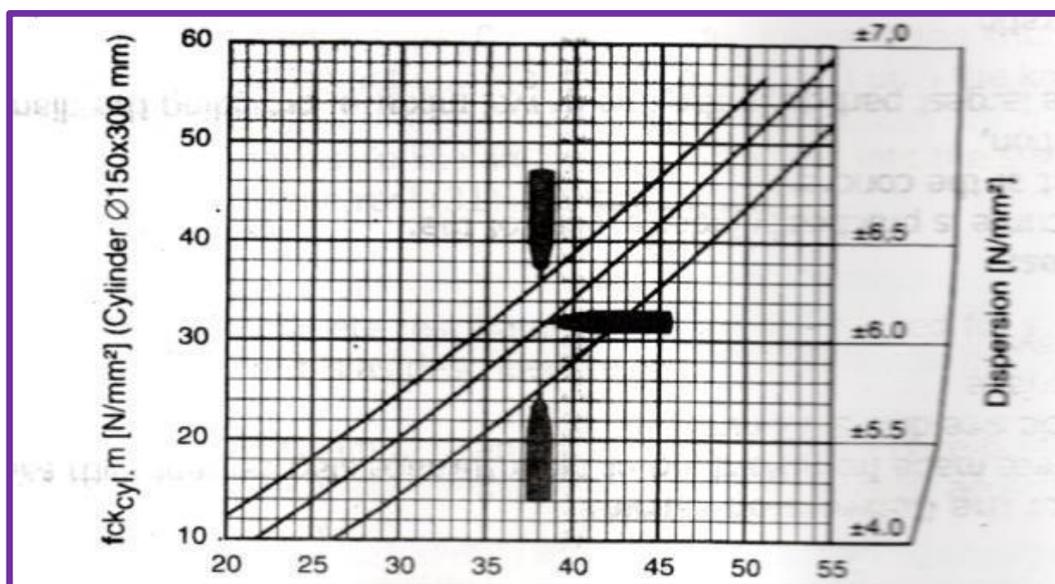


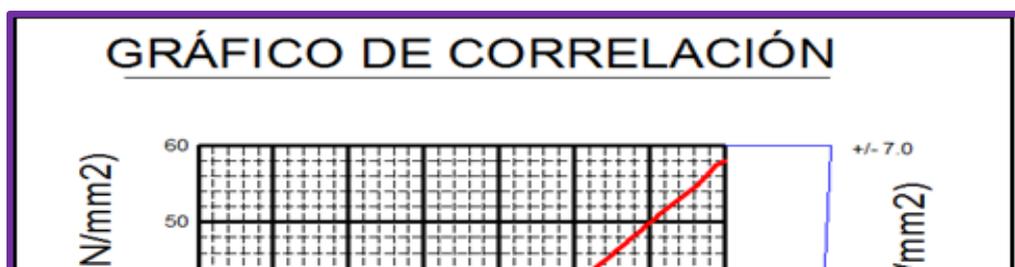
Figura N° 12 SEQ Tabla * ARABIC 4: Conversión, el modelo N/NR del fabricante Schidt Hammer

Fuente: Elaboración propia

Con:

R= 33.2

R: Número de rebote



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico, se obtiene la siguiente resistencia promedio:

Tabla N° 4 Resultado de resistencia

R=	24.46	MPa	(+/-)	5.73 MPa
	1	MPa	=	10.1972 kg/cm ²
R=	249	kg/cm ²	(+/-)	58 kg/cm²
Rmáx=	307	kg/cm ²		
Rmin=	191	kg/cm ²		

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACION: la resistencia aproximada o se estima es de 210 kg/cm² porque con el esclerómetro la resistencia se estima según la norma ASTM C805.

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO
EVALUACIÓN DEL CONCRETO POR EL
ESCLEROMETRO (NTP: 339.181)
ENSAYO E1 COLUMNA**

Área de evaluación: N°	: P-1-01
Identificación de la estructura	: Columna
Localización	: Jr. Pariacoto Nro. 377, San Miguel
Descripción del ensayo	: Ensayo de esclerometría
Descripción del concreto	: Concreto de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ a 7 días
Composición del concreto	: Arena gruesa y piedra huso 67
Resistencia del diseño	: $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
Edad	: > a 28 días
Condiciones de curado	: Químico (QUITASOL- SIKA)
Tipo de encofrado	: 0



Medición

Medición 01:	38
Medición 02:	42
Medición 03:	38
Medición 04:	40
Medición 05:	42
Medición 06:	38
Medición 07:	34
Medición 08:	38

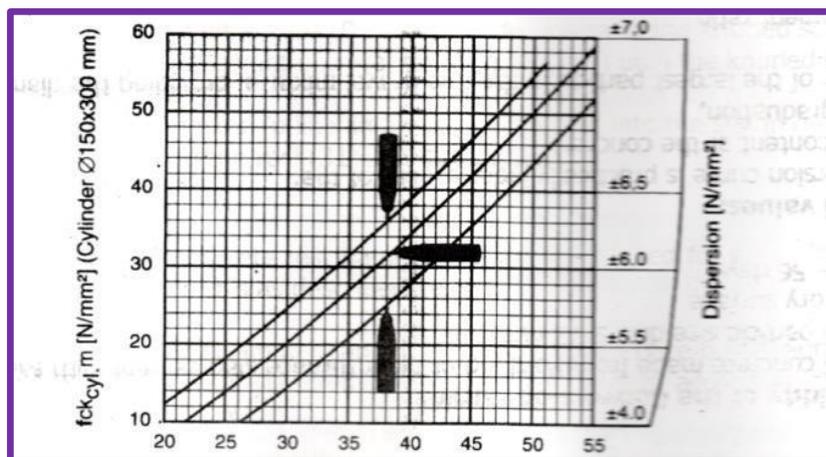
Figura N° 14 SEQ Figura * ARABIC 13: Uso del esclerómetro

Fuente: Elaboración propia

Se utilizó el siguiente gráfico de conversión, el modelo N/NR del fabricante Schidt Hammer.

El equipo se utilizó de manera horizontal, por lo cual trabajamos con la curva del medio.

Tabla N° 5 SEQ * ARABIC 6: Conversión, el modelo N/NR del fabricante Schidt Hammer



Fuente: Elaboración propia

Con:

R= 38.8 **R:** Número de rebote

Tabla N° 6 SEQ Tabla * ARABIC 7: Tabla de correlaciones



Fuente: Elaboración propia

Del gráfico, se obtiene la siguiente resistencia promedio:

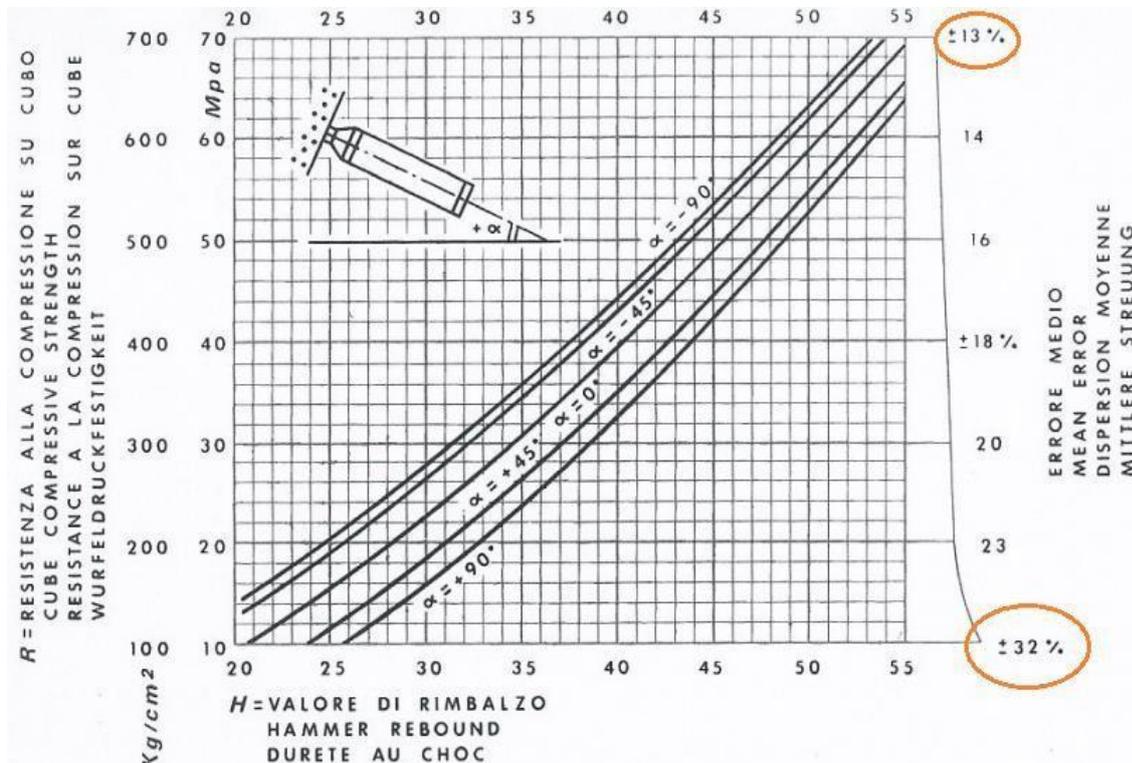
Tabla N° 7 Resistencias obtenidas

R=	31.68	MPa	(+/-)	6.07 MPa
	1	MPa	=	10.1972 kg/cm ²
R=	323	kg/cm ²	(+/-)	62 kg/cm²
Rmáx=	385	kg/cm ²		
Rmin=	261	kg/cm ²		

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACION: la resistencia aproximada o se estima es de 210 kg/cm² porque con el esclerómetro la resistencia se estima según la norma ASTM C805.

Tabla N° 8 SEQ Tabla * ARABIC 9: CARTILLA DEL ESCLEROMETRO



FUENTE: ASTM C805

3.7. DISEÑO DE PROBETAS Y DIMENSIONES.

La norma IRAM 1524 definida en nuestro país para procedimientos para moldeo y curado de probetas en ensayos de compresión. Su vigente versión es del 2004 y en su tabla 1 se dan los tamaños de probetas aceptables, entre las que figuran las de 10 x 20 cm. Asimismo, en el artículo 6.1.1 se fija que el diámetro de la probeta debe ser, como mínimo, tres veces mayor que el tamaño máximo nominal del agregado, y que las partículas de tamaño mayor que el máximo nominal, que ocasionalmente se aprecian al moldear las probetas, deben ser eliminadas de forma manual.

Respecto al moldeo existe una diferencia resaltante en comparación a probetas de 15 x 30 cm: las probetas de 10 x 20 cm se deben de moldear en dos capas compactando cada una con 25 golpes de una barra de 10 mm de diámetro y 300 mm de altura, no pudiendo ser consolidadas por vibración interna. Resumiendo, la norma IRAM 1524 indica emplear probetas normales de 10 x 20 cm siempre que el TMN sea de 3/8", 1/2", 3/4", 1" ó 1 1/4".

En la presente tesis se realizó las pruebas con una mezcla de 210 kg/cm² y las dimensiones de las probetas son de 10 x 20 cm por lo que presento mayor facilidad, comodidad de manejo de muestras y a su vez su fácil manipulación y a diferencia de las probetas de 15 x 30 es el moldeo solo en dos capas con 25 golpes de una barra de 10 mm de diámetro y 300mm de altura.

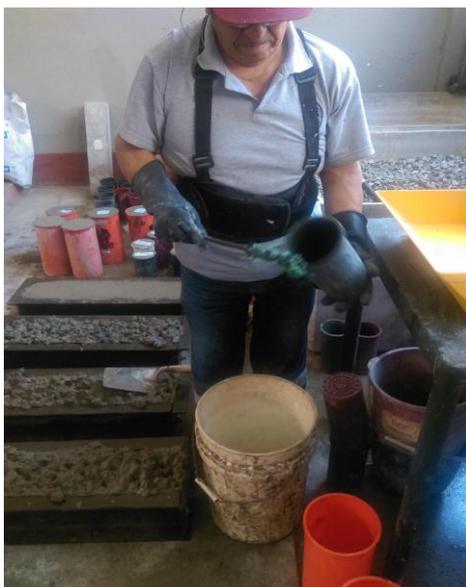


Figura N° 15 Pasando desmoldante a los envases
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 16 Llenando las probetas por capas
Fuente: Elaboración propia

3.7.1. Diseño de mezcla para las vigas y probetas

Para las vigas y probetas se diseñó la mezcla en UNI para que la mezcla tenga una resistencia 210 kg/cm^2 porque cuando se realizó unas pruebas de esclerometría en las edificaciones donde se va a reforzar con láminas de fibra de carbono nos arrojó que el concreto tenía una resistencia de 210 kg/cm^2 . Se elaboraron 6 vigas y 6 probetas cilíndricas.

3.7.2. Fabricación de probetas en laboratorio UNI

En estos tiempos son gran número de elementos estructurales con los que el ingeniero civil cuenta a su alcance, para que de manera óptima y consiente elija el más ideal para poder realizar una construcción basándose esta escogencia en los tipos de cargas que van a resistir.

Por esto es de gran importancia antes de ejecutar cualquier tipo de proyecto ejecutar diversos tipos de ensayos y pruebas por medio de las cuales se pueda determinar el comportamiento de los elementos a la hora de ejecutar la implementación de las estructuras, en el campo de la ingeniería civil se ubican numerosos ensayos como ensayo a flexión, ensayo a compresión, hablando del ensayo a compresión del concreto con refuerzo de lámina de fibra de carbono y sin refuerzo ya esta es una de las propiedades del concreto que más importa, el concreto como material de construcción presenta elevada resistencia a la compresión pero con poca resistencia a la tensión, por

esto que en este laboratorio se busca determinar qué tan buena es la resistencia, un concreto cuando este es sometido a una fuerza axial y los esfuerzos y deformaciones que se generan a base de la acción de esta fuerza.

A continuación, le mostramos el diseño de mezcla.

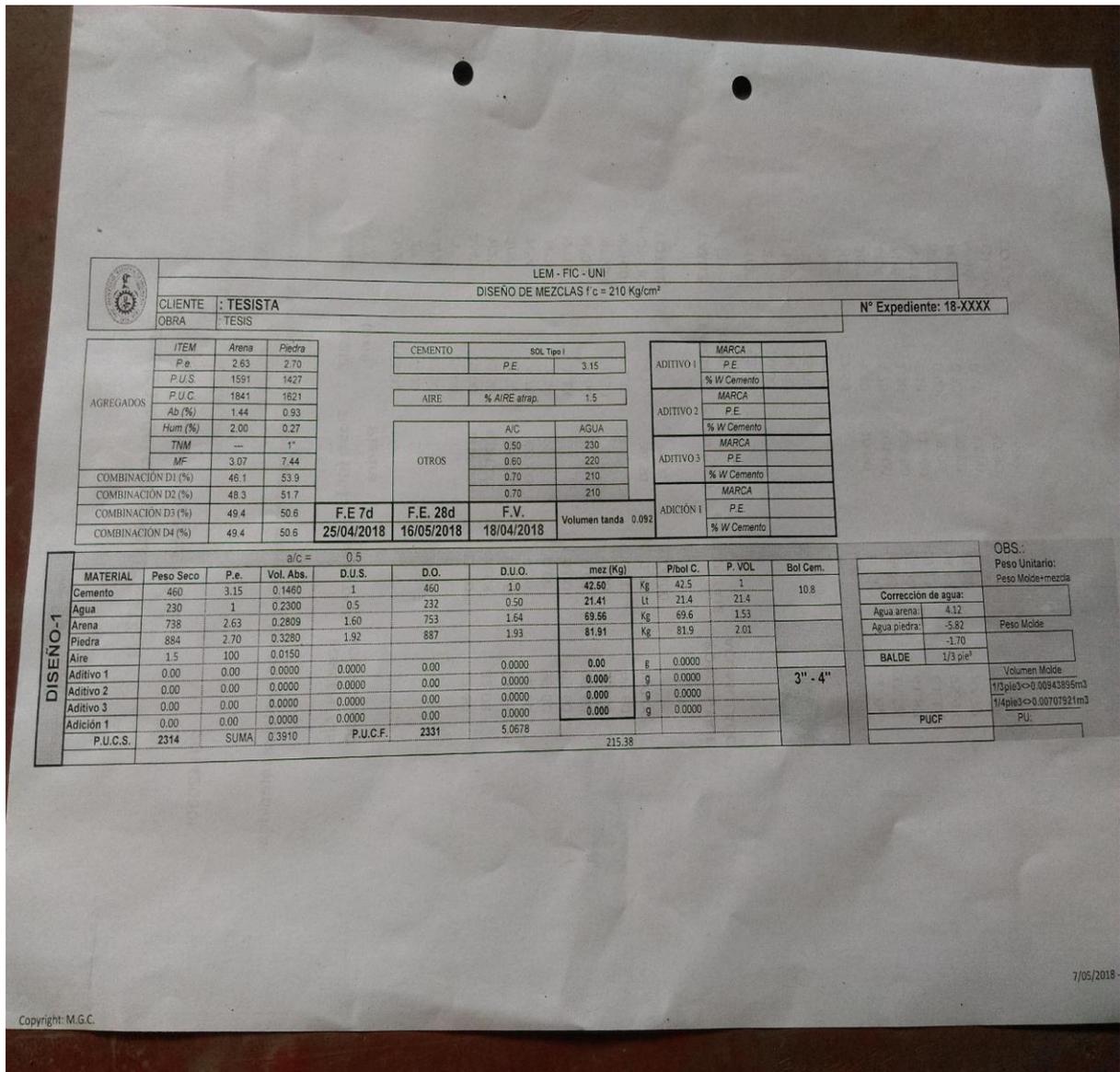


Figura N° 17 Diseño de mezcla
 Fuente: Laboratorio UNI

Elaboración de las probetas

Las probetas se hicieron con los siguientes pesos de material.

- Cemento 42.50kg
- Agua 21.41 kg
- Arena 69.56 kg
- Piedra 81.91 kg



Figura N° 18 Materiales: Arena, Piedra y Cemento
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 19 Elaboración de las probetas
Fuente: elaboración propia.

3.8. PRUEBA DE COMPRESIÓN

Los resultados de pruebas de resistencia a compresión se utilizan básicamente para determinar que la mezcla de concreto aplicada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada, $f'c$, del proyecto.

Los resultados de pruebas de resistencia a partir de cilindros moldeados se utilizarán para control de calidad, aceptación del concreto y para poder determinar la resistencia del concreto. Los cilindros sometidos a ensayo de aceptación y control de calidad se elaboran y curan siguiendo los debidos procedimientos dados en probetas curadas de manera estándar según norma. La norma IRAM 1524 y ASTM C31 “Práctica estándar para elaborar y curar cilindros de ensayo de concreto en campo”.

Para poder estimar la resistencia del concreto in situ, La norma IRAM 1524 y ASTM C31 formula procedimientos para las pruebas de curado en campo. Las probetas cilíndricas se someten a ensayo de acuerdo a ASTM C39, “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”.

Para ello en esta tesis se fabricó 6 probetas de 10 x 20 cm que se ensayaran a los 7 días, 14 días y a los 28 días.

3.8.1. Pasos de reforzamiento de probetas con láminas de fibra de carbono en el laboratorio UNI

- a) La superficie totalmente seca de la probeta, escarificar la superficie con amoladora con disco copa de diamante de 4”



Figura N° 20 Secado superficial de la probeta
Fuente: elaboración propia.

- b) Uso de pistola de aire eléctrico para retirar residuos sueltos y polvo en la superficie a reforzar.



Figura N° 21 Retiro de residuos y polvos
Fuente: elaboración propia.

- c) Cortado de lámina de fibra de carbono de 20cm de alto x 40cm de largo.



Figura N° 22 Cortado de láminas de fibra de carbono
Fuente: elaboración propia.

- d) Disolver el sikadur 301 A con sikadur 301 B se disuelve 3 a 1



Figura N° 23 sikadur 301 A con sikadur 301 B

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 24 Preparación de la mezcla
Fuente: Elaboración propia.

e) Pasar con rodillo sikadur a la lámina de fibra de carbono y a la probeta a reforzar



Figura N° 25 Aplicación de sikadur a la lámina
Fuente: Elaboración propia.

f) Pegado de lámina de fibra de carbono en probetas.



Figura N° 26 Pegado de láminas
Fuente: Elaboración propia

3.8.2. Ensayo de probetas en laboratorio UNI

Según la prueba ejecutada en el laboratorio N° 1 de ensayo de materiales de la UNI, se sometió a una prueba de compresión a 4 probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNICK con certificado de calibración LFP-221-2017, y según las normas establecidas como NTP 339.034:2015 donde se dieron los siguientes resultados:

3.8.2.1. Probeta sin lámina de fibra de carbono y con lámina de fibra de carbono a los 7 días.



Figura N° 27 SEQ Figura * ARABIC 26: Con lámina de fibra de carbono

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.2. Probeta sin lámina de fibra de carbono y con lámina de fibra de carbono a los 7 días.



Figura N° 28 Sin lámina de fibra de carbono
Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 9 Resultados de laboratorio UNI a los 7 días.

N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de fractura
1	Sin fibra	14/05/18	21/05/18	83.3	22,572	289	Tipo 5
2	Con fibra	14/05/18	21/05/18	83.3	57,102	701	Tipo 2

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.3. Interpretación:

- La probeta sin refuerzo de lámina de fibra de carbono ensayada a los 7 días tuvo un área de 83.3 cm² a ella se le aplicó una carga máxima de 22572 kg y dio una resistencia de 289 kg/cm².

- La probeta con refuerzo de lámina de fibra de carbono ensayada a los 7 días tuvo un área de 83.3 cm² a ella se le aplicó una carga máxima de 57102 kg y dio una resistencia de 701 kg/cm².

3.8.2.4. Probeta sin lámina de fibra de carbono y con lámina de fibra de carbono a los 14 días



Figura N° 29 Sin lámina de fibra de carbono

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 30 Con lámina de fibra de carbono

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de laboratorio UNI de pruebas a la compresión de probetas sin láminas de fibra de carbono y con láminas de fibra de carbono a los 14 días.

Tabla N° 10 Resultados de laboratorio

N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de fractura
1	Sin fibra	18/04/18	07/05/18	83.3	24,892	299	Tipo 5
2	Con fibra	18/04/18	07/05/18	83.3	58,612	704	Tipo 2

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.5. Interpretación:

- La probeta sin refuerzo de lámina de fibra de carbono ensayada a los 14 días tuvo un área de 83.3 cm² a ella se le aplicó una carga máxima de 24892 kg y dio una resistencia de 299 kg/cm².
- La probeta con refuerzo de lámina de fibra de carbono ensayada a los 14 días tuvo un área de 83.3 cm² a ella se le aplicó una carga máxima de 58612 kg y dio una resistencia de 704 kg/cm².

3.8.2.6. Probeta sin lámina de fibra de carbono y con lámina de fibra de carbono a los 28 días.



Figura N° 31 Probeta CON lámina y SIN lámina

Fuente: Elaboración propia

Resultados de laboratorio UNI de pruebas a la compresión de probetas sin láminas de fibra de carbono y con láminas de fibra de carbono a los 28 días

Tabla N° 11 Resultados de laboratorio

N°	Identificación de muestras	Fecha de obtención	Fecha de ensayo	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Tipo de fractura
3	Con fibra	18/04/18	15/05/18	83.3	58,114	698	Tipo 2
4	Sin fibra	18/04/18	15/05/18	83.3	23,228	279	Tipo 3

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.6. Interpretación:

- a. La probeta sin refuerzo de lámina de fibra de carbono ensayada a los 28 días tuvo un área de 83.3 cm² a ella se le aplicó una carga máxima de 23228 kg y dio una resistencia de 279 kg/cm².
- b. La probeta con refuerzo de lámina de fibra de carbono ensayada a los 28 días tuvo un área de 83.3 cm² a ella se le aplicó una carga máxima de 58114 kg y dio una resistencia de 698 kg/cm²



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : WAGNER PEÑA PONTE
 Obra : PROYECTO MULTIFAMILIAR BREÑA
 Ubicación : BREÑA
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-1277
 Recibo N° : 60056
 Fecha de emisión : 17/05/2018

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 4 probetas cilíndricas de concreto.
 2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-221-2017
 3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015.
 Procedimiento interno AT-PR-12.

4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FRACTURA
1	SIN FIBRA	18/04/2018	07/05/2018	83.3	24,892	299	Tipo 5
2	CON FIBRA	18/04/2018	07/05/2018	83.3	58,612	704	Tipo 2
3	CON FIBRA	18/04/2018	15/05/2018	83.3	58,114	698	Tipo 2
4	SIN FIBRA	18/04/2018	15/05/2018	83.3	23,228	279	Tipo 3

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G

M.S. Inge. Ana Torre Carrillo
 Jefe(a) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Figura N° 32 Resultados de laboratorio de prueba a la compresión de probetas
 Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12 Comparativo de resistencia a la compresión de probetas según las edades

Edades del concreto	Carga máxima (kg)		Resistencia a la compresión kg/cm ²	
	Sin fibra	Con fibra	Sin fibra	Con fibra
7 días	22572	57102	289	701
14 días	24892	58612	299	704
28 días	23228	58114	279	698

Fuente: Elaboración propia

3.8.2.7. Interpretación:

- A los 7 días la resistencia a la compresión sin lamina de fibra de carbono nos dio 289 kg/cm² y con fibra nos dio 701 kg/cm² esto quiere decir que con reforzamiento nos da una diferencia de 412 kg/cm².
- A los 14 días la resistencia a la compresión sin lamina de fibra de carbono nos dio 299 kg/cm² y con fibra nos dio 704 kg/cm² esto quiere decir que con reforzamiento nos da una diferencia de 405 kg/cm².
- A los 28 días la resistencia a la compresión sin lamina de fibra de carbono nos dio 279 kg/cm² y con fibra nos dio 698 kg/cm² esto quiere decir que con reforzamiento nos da una diferencia de 419 kg/cm².

3.9. ELABORACIÓN Y CURADO DE VIGAS

3.9.1. Dimensiones de Probetas de Vigas

Según la norma ASTM C31 “Práctica Normalizada para la Preparación y Curado en obra de las probetas para Ensayo del concreto las probetas para determinar la resistencia a la flexión del concreto deben ser vigas moldeadas y fraguadas en posición horizontal. La longitud debe ser por lo menos 2 pulg (50 mm) mayor que tres veces el alto en la posición de ensaye. La relación en ancho y el alto, en la posición en que se moldean, no debe exceder de 1.5. La viga estándar debe ser de 6 x 6 pulg (150 x 150 mm) en su sección transversal, y debe usarse para concreto con agregado grueso con tamaño máximo nominal que no pase las 2 pulg (50 mm). Cuando el tamaño máximo nominal del agregado grueso exceda las 2 pulg (50 mm), la menor dimensión de la sección transversal de la viga debe ser por lo menos tres veces el tamaño máximo nominal de los áridos gruesos. A menos que las especificaciones del proyecto lo exijan, las vigas elaboradas en infraestructuras no deben tener un ancho o alto menor de 6 pulg (150 mm).

Tabla N° 13 Moldeo de Vigas

REQUISITOS MOLDEO POR APISONADO		
Tipo y tamaño de la probeta	N° de capas de aprox. igual altura	N° de golpes de pisón por capa
Vigas:		
Ancho, pulg (mm).		
6 (150) a 8 (200)	2	25
>8(200)	3 ó más de igual altura, cada una no debe exceder de 6 pulg (150mm)	25

Fuente: ASTM C31

3.9.2. Curado de Vigas

Según norma ASTM C31, debe curarse las vigas de la misma manera que el hormigón de la estructura. Transcurridas 48 ± 4 h luego del moldeo, se debe trasladar las probetas a su lugar de almacenamiento y desmolde. Se almacena las probetas representativas de las losas de pavimento colocándolas sobre el suelo, en la posición como fueron moldeadas, con su cara superior hacia arriba. Luego se cubre.

Los lados y extremos de las probetas con tierra o arena para mantenerse húmedo, dejando la cara superior expuesta al tratamiento de curado especificado. Se almacena las probetas representativas del concreto de una estructura tan cerca posible del elemento o elementos que representa, y se da la misma protección contra la temperatura y humedad ambiente de las probetas en el lugar, expuestos a la intemperie al igual que la estructura. Al finalizar el periodo de curado se deja las probetas expuestas al medio ambiente de igual forma que las estructuras. Luego se retira todas las probetas-viga almacenadas en obra y se las introduce en agua saturada con hidróxido de calcio, a una temperatura de 73 ± 3 °F (23 ± 2 °C) por un periodo de 24 ± 4 h previo a la hora de ensaye, para asegurar condiciones uniformes de humedad de probeta a probeta.

3.9.3. Ensayo a flexión de Vigas

Para este estudio se trabaja con la norma ASTM C293 “Determinar la Resistencia a la Flexión del concreto (Usando una viga con carga en el centro de la luz)”.

Aparato para aplicar la carga:

El mecanismo en el que se aplican las cargas estará conformado de un bloque para la aplicación de la carga y dos bloques de apoyo de la probeta. Deben garantizar que todas las cargas sean aplicadas perpendicularmente a la cara de la probeta sin ninguna excentricidad.

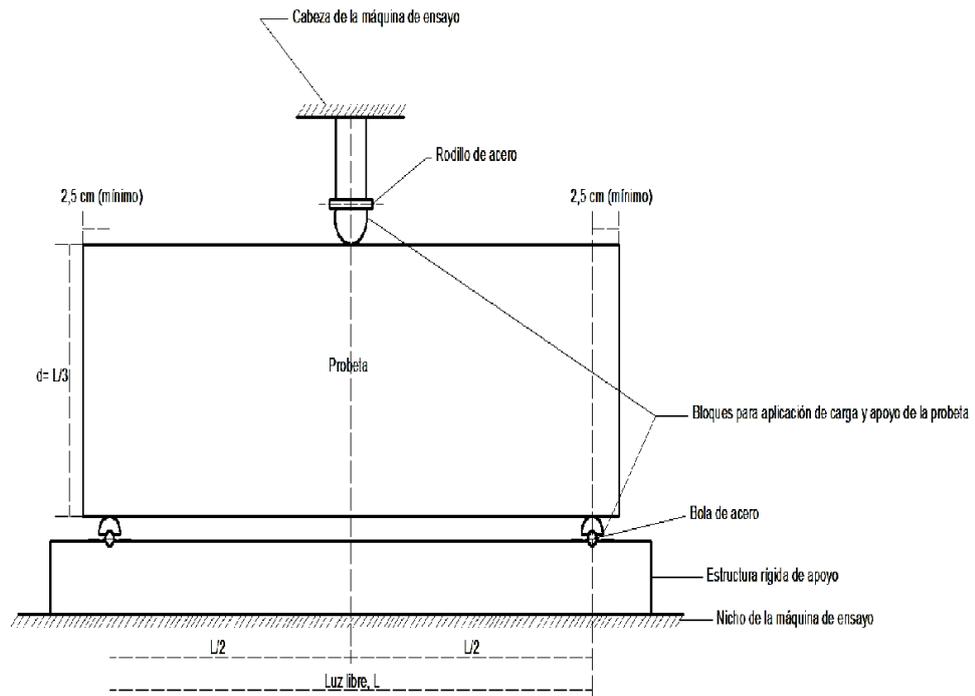


Figura N° 33 Ensayo de Resistencia a la Flexión del concreto
Fuente: Laboratorio UNI

Cálculos:

El módulo de rotura de la siguiente manera:

$$R=3 \cdot p \cdot 1/2 \cdot b \cdot d^2$$

En donde:

R: Módulo de rotura (Mpa)

P: Carga máxima aplicada, según lo indique la máquina de ensayo (N)

l: Luz libre entre apoyos de la probeta (mm)

b: Ancho promedio de la probeta (mm)

d: Altura promedio de la probeta (mm)

3.10. ELABORACIÓN, REFORZAMIENTO Y ENSAYOS EN LABORATORIO DE LAS VIGAS.

3.10.1. Elaboración de vigas

Para nuestro estudio se elaboró 6 vigas de concreto bajo la norma ASTM C31, de las cuales 3 no llevan reforzamiento de fibra de carbono y 3 con reforzamiento de fibra de carbono en la cara baja de la viga.

Datos:

$l = 50 \text{ cm}$

$b = 15 \text{ cm}$

$h = 15 \text{ cm}$

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

3.10.2. Fabricación de vigas

- a. Moldes de vigas de 70 cm de largo x 15cm alto x 15cm ancho.



Figura N° 34 Moldes a usar

Fuente: Elaboración propia.

- b. Se procede a hacer la mezcla con técnicos y Jefe de Laboratorio (Ingeniero) de UNI con dosificaciones ejecutadas en laboratorio y el mismo día para conseguir un hormigón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. para ser llenado los moldes de vigas.



Figura N° 35 Trabajo supervisado por el Jefe de Laboratorio
Fuente: Elaboración propia.

- c. Según norma ASTM C31 se recomienda para el llenado de las probetas si se las van a realizar con apisonador se debe realizar en 2 capas de altura similar con 25 golpes por capa.



Figura N° 36 Armado de probetas
Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 37 Llenado de probetas en dos capas
Fuente: Elaboración propia.

3.10.3. Desencofrado de vigas

Después de 48 horas del fundido de las vigas y de haber sido almacenadas en un ambiente húmedo, se pasa al desencofrado.



Figura N° 38 Desencofrado de vigas
Fuente: Elaboración propia.

3.10.4. Curado de vigas

Para conseguir más óptimos resultados en las vigas serán introducidas en agua y cal como señala la norma ASTM C31.



Figura N° 39 Curado de las vigas
Fuente: Elaboración propia.

3.11. Reforzamiento de vigas con fibra de carbono

Se usará fibra de carbono marca CARBOWRAP 600 de Setmix conformado por el tejido de refuerzo VCF-1800 de fibra de carbono unidireccional de elevada resistencia y por sistema epóxico Epofix 300; teniendo las siguientes propiedades:

Tabla N° 14 Propiedades de la fibra en seco

PROPIEDADES DE LA FIBRA EN SECO	
Resistencia a Tensión	550.000 psi 3.79 GPa 38750 kg/cm ²
Módulo de Tensión	33.4x10E5 psi 230 GPa
Elongación a la rotura	1.60%
Densidad	1.76 g/cm ³
Peso por m ²	600 grs
Resistencia última a tensión	1290 kg/cm de ancho del refuerzo VCF-1800
PROPIEDADES DEL SISTEMA EPÓXICO	
Resistencia a Tensión	72.4 MPa 10.500 psi
Módulo de Tensión	3.18 GPa 461.000 psi
Porcentaje de elongación	5
Resistencia a flexión	123.4 MPa 17.900 psi
Módulo de flexión	3.12 GPa 452.000 psi

Fuente: hoja técnica fibra de carbono empresa setmix

Las pruebas a flexión que se hicieron al concreto en esta tesis fueron a los 7 días, 14 días y a los 28 días.

Los reforzamientos de vigas con láminas de fibra de carbono en todos los ensayos se realizaron Faltando 48 horas para cumplirse tanto 7 días 14 días y a los 28 días de curado.

Se debe de preparar las superficies de las vigas, limpiándolas, lijándolas y boleando sus filos para que no puedan cortar la fibra:

3.11.1. Procedimiento en laboratorio

Pasos de reforzamiento de vigas con láminas de fibra de carbono en el laboratorio UNI

- a) La superficie debe de estar totalmente seca, escarificar la superficie y bolear todos los filos para que no corten la fibra con amoladora con disco de copa de 4”.



Figura N° 40 Pulido de las vigas probetas
Fuente: Elaboración propia.

- b) Uso de pistola de aire eléctrico para retirar residuos sólidos, polvo en la superficie a reforzar.



Figura N° 41 Limpieza de probetas con aire a presión
Fuente: Elaboración propia.

- c) Limpiar con solvente tiner para tener una superficie adecuada.



Figura N° 42 Limpieza de las vigas probetas con solvente
Fuente: Elaboración propia.

- d) Cortado de lámina de fibra de carbono con las dimensiones necesarias.



Figura N° 43 Dimensionamiento de láminas
Fuente: Elaboración propia.

- e) Disolver el sikadur 301 A con el sikadur 301 B.



Figura N° 44 Preparación de mezcla
Fuente: Elaboración propia.

f) Pegado de lámina a las vigas.



Figura N° 45 Pegado de láminas a las probetas
Fuente: Elaboración propia.

g) Listo para que seque mínimo 24 horas para ser ensayado a la flexión.



Figura N° 46 Probetas en espera de secado
Fuente: Elaboración propia.

3.12. ENSAYOS Y RESULTADOS DE VIGAS A FLEXIÓN

Tabla N° 15 Ensayo de muestra a los 7 días sin lámina de fibra de carbono

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Viga sin fibra	150	150	763	600	890	20	Falla en el tercio medio

Fuente: Elaboración propia

3.12.1. Interpretación a los 7 días sin lámina de fibra de carbono

La viga de concreto a los 7 días en ensayo a flexión soporto carga máxima de 890 kg y alcanzó una resistencia de 20 kg/cm².

Tabla N° 16 Con refuerzo de fibra de carbono a los 7 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Viga con fibra	150	150	600	500	3313	74	Falla en el tercio medio

Fuente: Elaboración propia

3.12.2. Interpretación a los 7 días con lámina de fibra de carbono

La viga de concreto reforzada a la cara inferior ensayada a los 7 días a flexión soporto una carga máxima de 3313 kg y alcanzó una resistencia a la flexión de 137 kg/cm² y se dio una falla en el tercio de la viga.

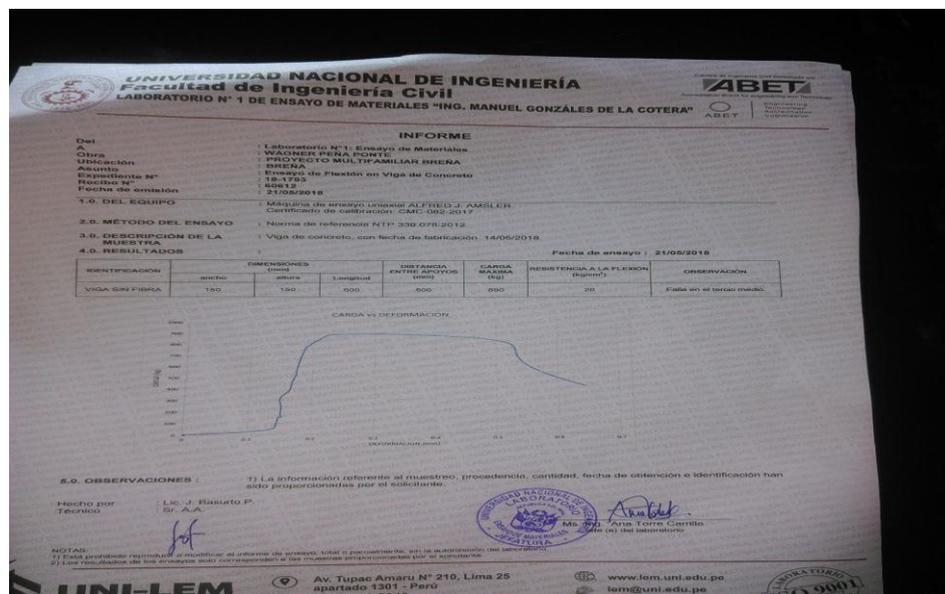


Figura N° 47 Muestra a los 7 días sin lámina de fibra de carbono
Fuente: Elaboración propia

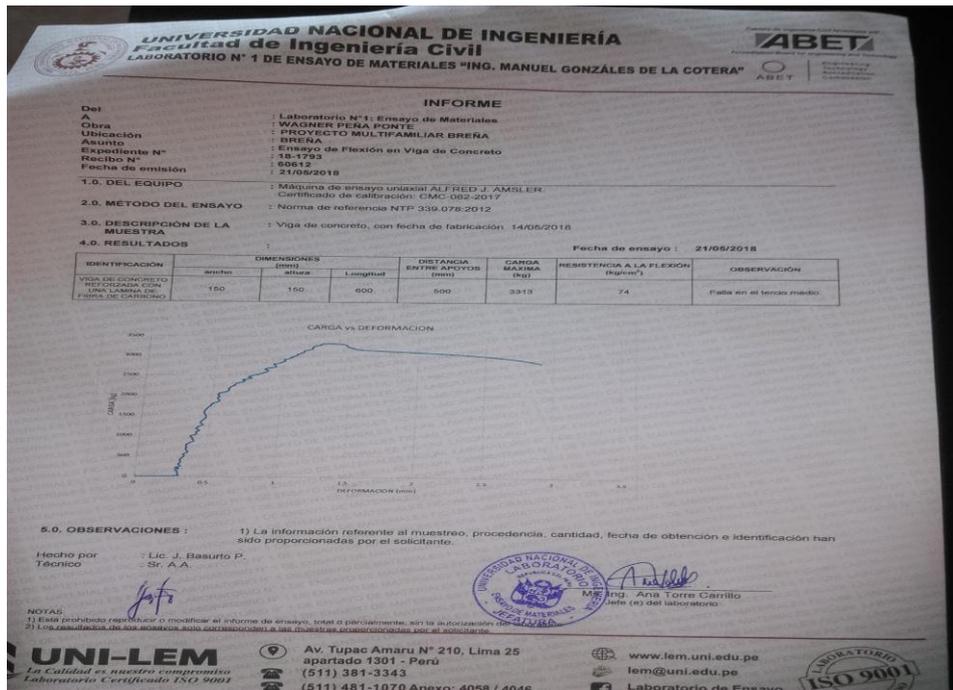


Figura N° 48 Muestra a los 7 días con lámina de fibra de carbono
 Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17 Vigas de concreto sin refuerzo de fibra de carbono ensayo de muestra a los 14 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Viga sin fibra	157.0	153.0	763	500	1424	29	Falla en el tercio medio

Fuente: Elaboración propia

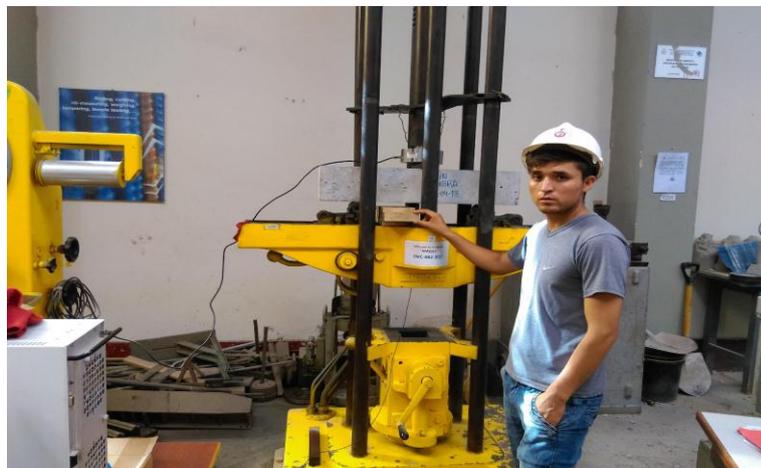


Figura N° 49 Ensayo de viga de concreto sin refuerzo
 Fuente: Elaboración propia



Figura N° 50 Durante el ensayo a flexión la viga se dio una fisura a 90°
Fuente: Elaboración propia

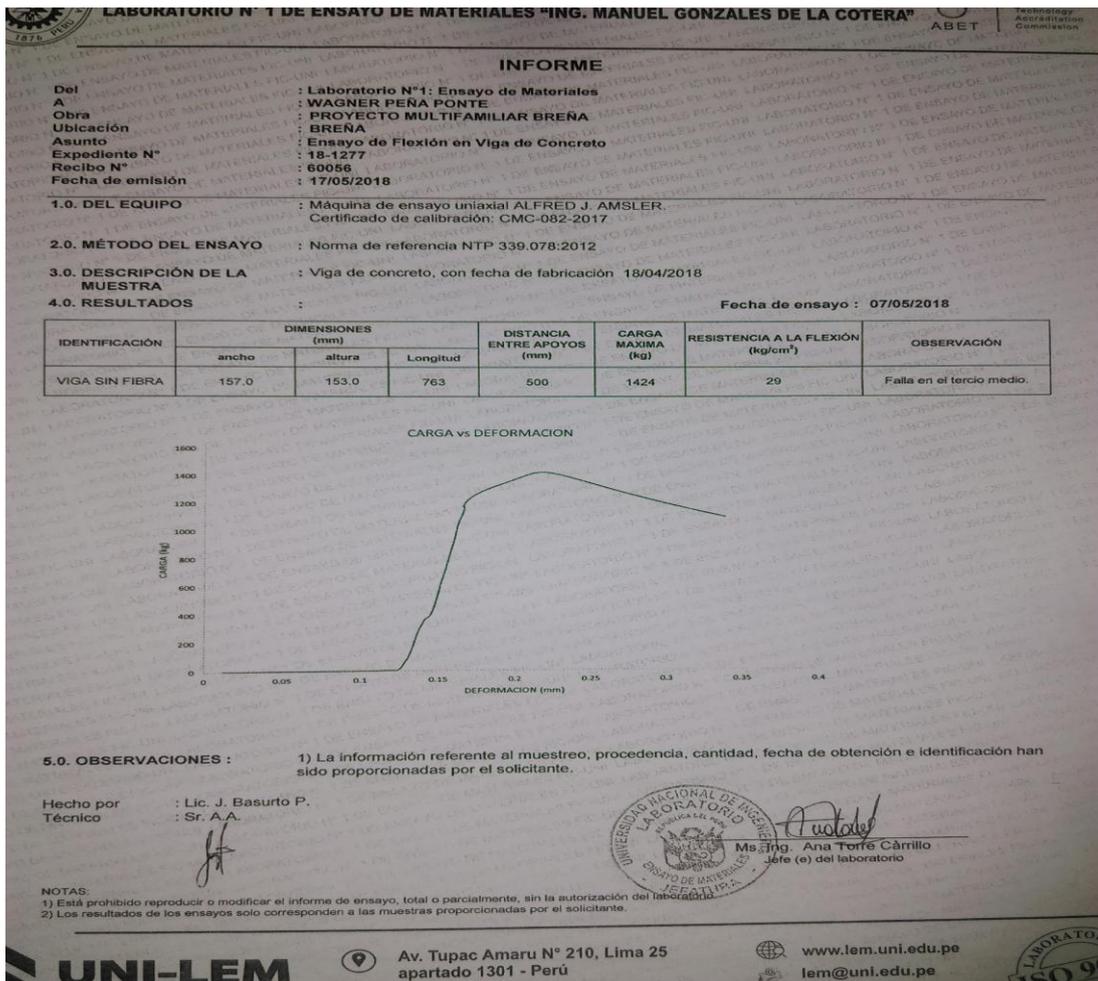


Figura N° 51 Interpretación de resultado
Fuente: Laboratorio UNI.

3.12.3. Interpretación a los 14 días sin lámina de fibra de carbono

La viga de concreto a los 14 días ensayada a flexión soporto una carga máxima de 1424 kg y se dio una resistencia de 29 kg/cm².

Tabla N° 18 Viga de concreto con refuerzo de lámina de fibra de carbono a los 14 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Viga con fibra	150	155	700	500	6424	134	Falla en el tercio medio

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 52 Ensayo con refuerzo de lámina de fibra de carbono - 14 días.
Fuente: Elaboración propia.

Durante el ensayo a flexión con lámina de fibra de carbono se dio una falla en el tercio medio de la viga con una fisura de 45°.

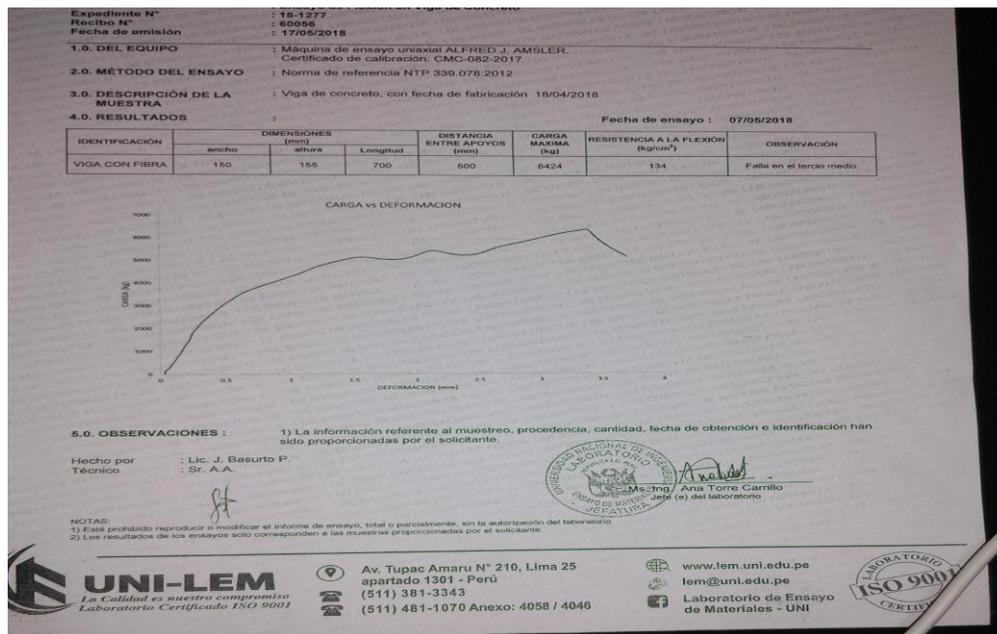


Figura N° 53 Interpretación de resultado

Fuente: Elaboración propia.

3.12.4. Interpretación a los 14 días con lámina de fibra de carbono

La viga de concreto reforzada a los 14 días ensayada a flexión soporto una carga máxima de 6424 kg y alcanzo una resistencia a la flexión de 134 kg/cm²

Tabla N° 19 Resultados de vigas a los 28 días sin refuerzo de fibra de carbono y con refuerzo

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Viga sin fibra	155	152	700	500	1501	31	Falla en el tercio medio

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 54 Fisura a 90°
Fuente: Elaboración propia.

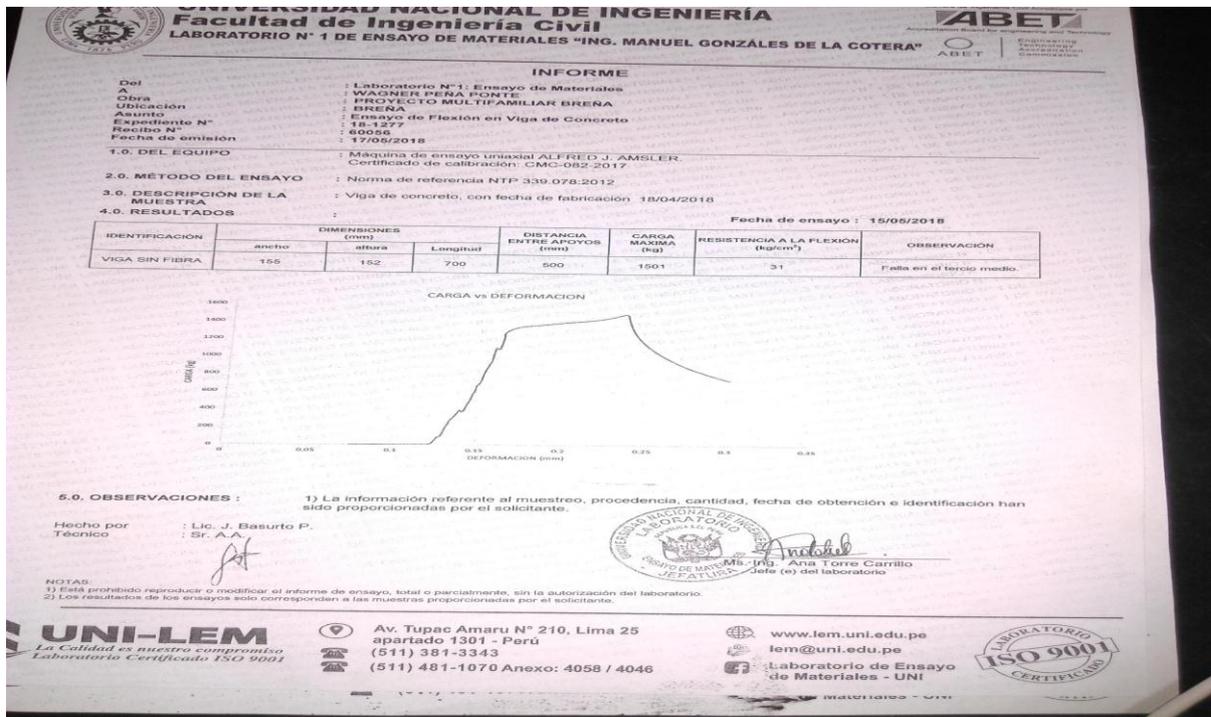


Figura N° 55 Interpretación de resultado
Fuente: Elaboración propia.

3.12.5. Interpretación a los 28 días sin lámina de fibra de carbono

La viga de concreto sin refuerzo a los 28 días en ensayo a flexión soporto una carga máxima de 1501 kg y alcanzó una resistencia a la flexión de 31 kg/cm².

Tabla N° 20 Con refuerzo de fibra de carbono a los 28 días

Identificación	Dimensiones (mm)			Distancia entre apoyos (mm)	Carga máxima (kg)	Resistencia a la flexión	Obs.
	Ancho	Altura	Long.				
Viga con fibra	152	153	700	500	6517	137	Falla en el tercio medio

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 56 Ensayo de viga de concreto con fibra
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 57 Rotura de viga de concreto
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 58 Verificación del ensayo de concreto
Fuente: Elaboración propia.

d. Se dio una falla al tercio medio de la viga con fisura a 45°

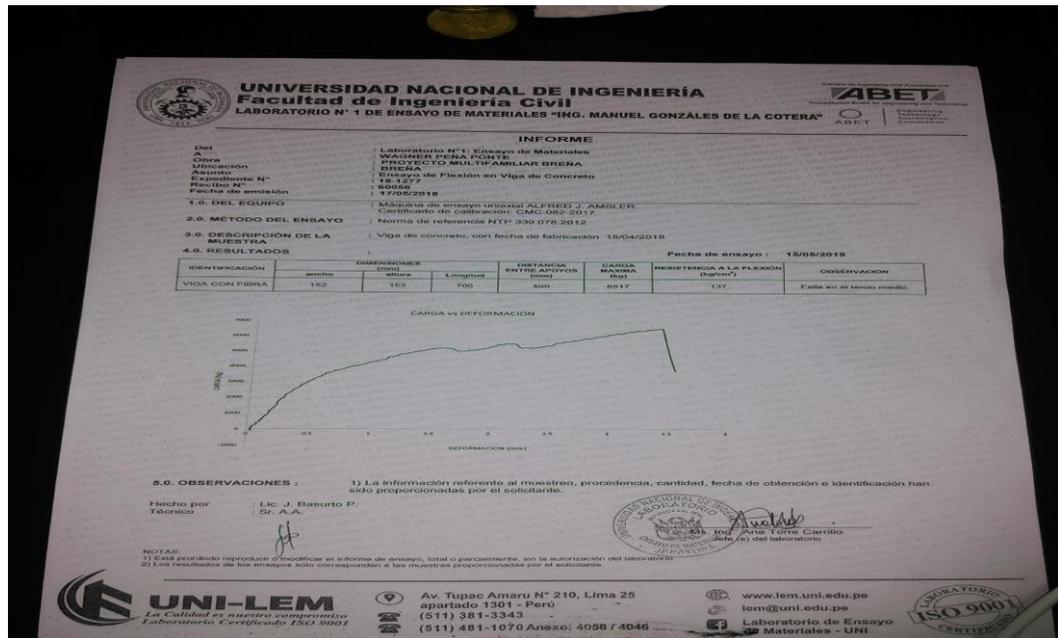


Figura N° 59 Interpretación de resultado

Fuente: Elaboración propia.

3.12.6. Interpretación a los 28 días con lámina de fibra de carbono

La viga de concreto reforzada a la cara inferior ensayada a los 28 días a flexión soporto una carga máxima de 6517 kg y alcanzo una resistencia a la flexión de 137 kg/cm² y se dio una falla en el tercio de la viga.

3.12.7. Resumen de Resultados en las vigas de concreto

Tabla N° 21 Comparación de viga sin refuerzo y con refuerzo

Edad del concreto	Resistencia a la flexión sin lámina de fibra de carbono (kg/cm ²).	Resistencia a la flexión con lámina de fibra de carbono (kg/cm ²).
7 días	20	74
14 días	29	134
28 días	31	137

Fuente: Elaboración propia

- a. la lámina de fibra de carbono tiene una resistencia enorme tanto concreto solo como concreto reforzado a los 14 días tiene una diferencia de 54 kg/cm^2 .
- b. la lámina de fibra de carbono tiene una resistencia enorme tanto concreto solo como concreto reforzado a los 14 días tiene una diferencia de 105 kg/cm^2 .
- c. la lámina de fibra de carbono tiene una resistencia enorme tanto concreto solo como concreto reforzado a los 28 días tiene una diferencia de 106 kg/cm^2 .

3.13. COSTO DE VIGA DE REFORZAMIENTO CON CONCRETO ARMADO Y CON LAMINAS DE FIBRA DE CARBONO.

Según lo observado durante la inspección de la vivienda se pudo apreciar que la estructuración es de tipo albañilería confinada las columnas poseen las siguientes dimensiones columnas de $0.40 \times 0.40\text{m}$, y vigas de $0.40 \times 0.40 \times 6\text{m}$ que se encuentran en el área de la sala y comedor siendo estas las de mayor longitud y vigas de soleras de amarre de 0.25×0.25 , la loza de entre piso es aligerados en una dirección de 0.25 cm de alto, apoyadas sobre muros y vigas peraltadas en el tramo de la sala y comedor. Durante la inspección se determinó que los elementos más críticos de la vivienda serían las vigas peraltadas, ya que estos elementos soportarían las nuevas cargas porque la viga está diseñada para vivienda, pero ahora se quiere para un almacén en segundo piso.

Dentro de ello se escogió una viga peraltada que está en el medio de la sala con una luz de 6m de 40×40 y con un área tributaria a cada lado de tres metros separados de las otras vigas, se decidió sacar el presupuesto cuanto nos costara reforzarlo con concreto armado y con lamina de fibra de carbono.

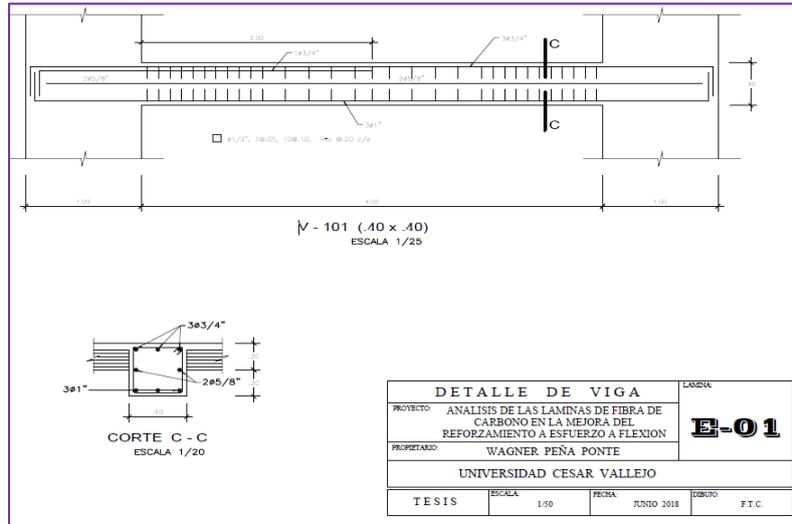


Figura N° 60 Detalle de la viga de reforzamiento
Fuente: Elaboración propia

3.14. DISEÑO REFORZAMIENTO CON CONCRETO ARMADO

3.14.1. Memoria de Cálculo de Viga Principal De L = 6 M

La viga a diseñar presenta una longitud de 6m de luz libre, como se muestra en la presente figura el ancho tributario para dicha viga es de 6.30m.

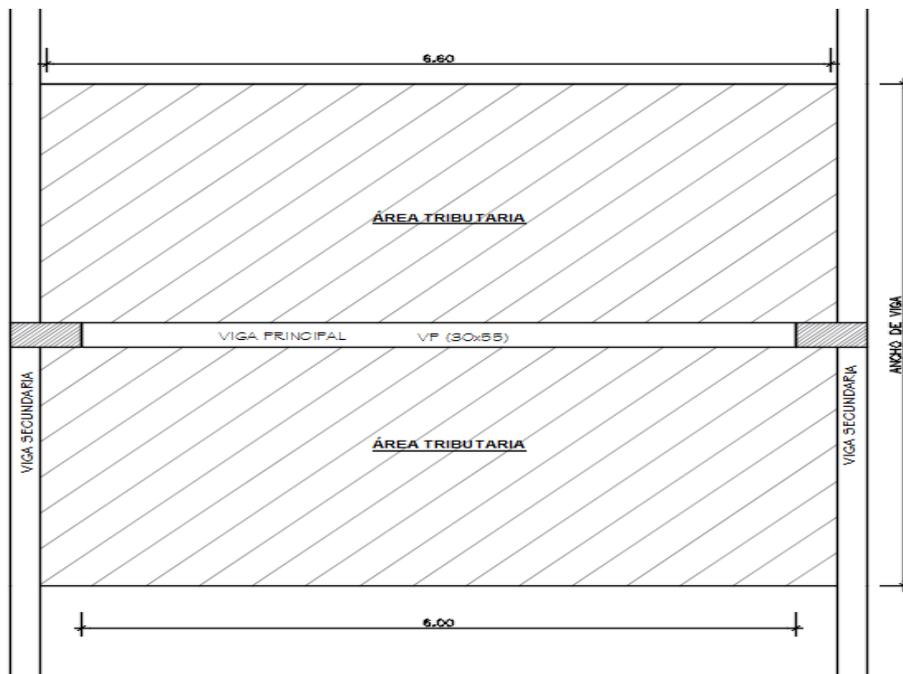


Figura N° 61 Detalle de viga principal
Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la Fig. N° 60, la viga pre dimensionada es de 0.30m x 0.55m.

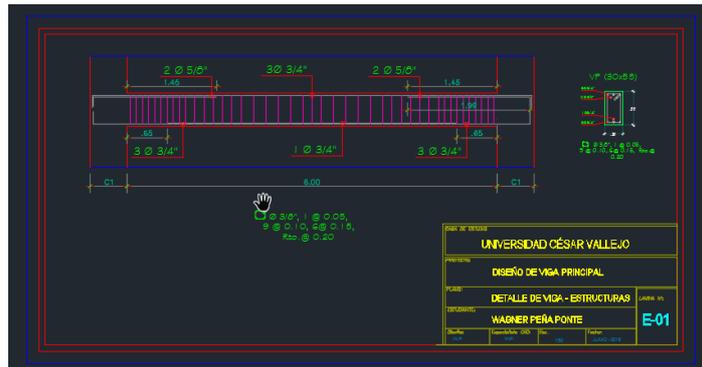


Figura N° 62 Pre dimensionamiento de la viga
Fuente: Elaboración propia

3.14.2. Pre-dimensionamiento de elementos estructurales

Es importante tener en consideración las dimensiones de los demás elementos estructurales para el metrado de cargas, el cual se usará en el diseño de vigas, así como la sobrecarga (carga viva) de la estructura. La estructura está destinada a uso como almacén. Según la norma E. 030 lo incluye en la categoría B (Edificaciones Importantes).

El sistema a usar el aporricado, dado que se trabajará con columnas, vigas (pórticos).

3.14.2.1. Losas aligeradas.

Criterio

a) Para $Ln < 7.5 \text{ m}$ y $S/C \leq 300 \text{ kg/m}^2$ = $Ln/25$

b)

S/C	150	200	250	300	350	400	450	500
H	$Ln/30$	$Ln/28$	$Ln/26$	$Ln/24$	$Ln/22$	$Ln/21$	$Ln/20$	$Ln/19$

S/C = Sobrecarga (depende del uso de la edificación)

Ln = Luz de la vigueta

Usaremos el criterio b.

Aplicamos el criterio b

b) $S/C = 500 \text{ kg/m}^2$
 $Ln = 6 \text{ m}$

$H_{\text{Losas}} = 0.32 \text{ m} \approx 0.30 \text{ m}$

Usamos como referencia espesor de losa 0.30 m para el metrado de cargas para el diseño de la viga.

3.14.2.2. Vigas

A) VIGA PRINCIPAL (VP)

* Edificios Esenciales	Cat. (A)		$h_v =$	$L_v / 10$
* Edificios Importantes	Cat. (B)		$h_v =$	$L_v / 11$
* Edificios Comunes	Cat. (C)		$h_v =$	$L_v / 12$

$L_v =$ Longitud de la viga o luz libre entre columnas

$h_v =$ Peralte de la viga

$b =$ Ancho de la viga

Nuestra edificación está incluida los edificios importantes

DATOS:

USO: * Edificios Importantes

$L_v =$ 6.00 m

$h_v =$ 0.55 m

 $h_v =$ 0.55 m *Redondear teniendo como mín $h_v = 0.205m$*

$b =$ 0.28 m

 $b =$ 0.30 m **USAR:** 0.30 m x 0.55 m

3.14.2.3. Metrado de cargas

1) CARGA MUERTA (WD)

A) PESO DE VIGA (W viga)

$h_v =$ 0.55 m

$b =$ 0.30 m

W viga = 396.00 kg/m

B) PESO DE LOSA ALIGERADA (W losa)

Esp losa = 0.30 m
Anch losa. = 6.00 m

W losa = 2520.00 kg/m

Espesor aligerado (m)	Peso propio (kg/m ²)
0.17	280
0.20	300
0.25	350
0.30	420

C) PESO ACABADO (W acab.)

Anch trib. = 6.30 m

W acab. = 1890.00 kg/m

WD = 4806.00 kg/m

2) CARGA VIVA (WL)

S/C = 500 kg/m²
Anch trib. = 6.30 m

WL = 3150.00 kg/m

➔ **W_u = 12083.40 kg/m**

Para el cálculo de W_u se amplificaron las cargas con 1.4 WD + 1.7 WL

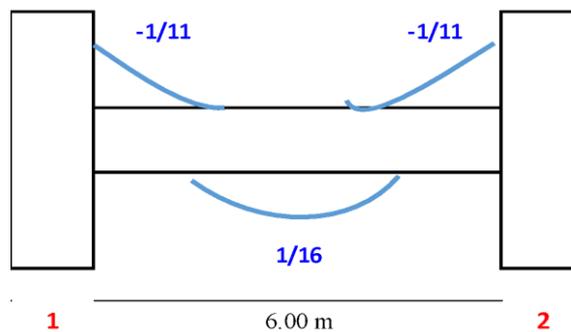


Figura 62: Cálculo de la Carga Total
Fuente: Elaboración propia

3.14.2.4. Diseño de viga con Excel

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES:

- **CONCRETO:**

- Resistencia ($f'c$): 210 Kg/cm² (vigas)
- Módulo de Elasticidad (E) : 15000*f'c ($f'c = 210$ Kg/cm²)
- Módulo de Poisson (ν) : 0.20
- Peso Específico (γ_C) : 2400 Kg/m³ (concreto armado)

- **ACERO CORRUGADO (ASTM A-615):**

- Resistencia a la fluencia (f_y) : 4,200 Kg/cm² (G° 60): “E”:2'000,000 Kg/cm²

1)

CÁLCULO DE ACERO

$$M_u = Coef. \times W_u \times L_n^2$$



Diseño por flexión

$$M_u = \phi \times b \times d^2 \times f'c \times W (1 - 0.50W)$$

$$\frac{M_u}{b \times d^2} = \phi \times f'c \times W (1 - 0.50W) = R_u$$

$$R_u = \frac{M_u}{b \times d^2}$$

Mu = Momento actuante (kg.m)

Wu = Carga actuante (kg/m)

Ln = Luz de la viga o luz libre entre columna (m)

f'c = Resistencia a compresión del concreto (Kg/cm²)

b = Ancho de la viga en (m)

d = Peralte efectivo (m)

W = Cuantía mecánica

$$W_u = 12083.4000 \text{ kg/m}$$

SECCIÓN	APOYO 1DEF	CENTRO 1-2	APOYO 2IZO
Ln (m)	3.00	6.00	3.00
Coef.	-1/11	1/16	-1/11
Mu (kg.m)	-9886.42	27187.65	-9886.42
b (m)	0.3	0.3	0.3
d (m)	0.49	0.49	0.49
Ru (kg/m ²)	137254.17	377448.98	137254.17
Ru (kg/cm ²)	13.73	37.74	13.73
p (%)	0.38	1.15	0.38
As (cm ²)	12.05	11.20	12.05
p mín (%)	0.33	0.33	0.33
As mín(cm ²)	4.90	4.90	4.90
As (Povista)	12,51 cm ² 2 de ∅ 5/8"	11,40 cm ² 4 de ∅ 3/4"	12,51 cm ² 2 de ∅ 5/8"
# Varillas	+ 3 de 3/4"	+ 0 de 3/4"	+ 3 de 3/4"

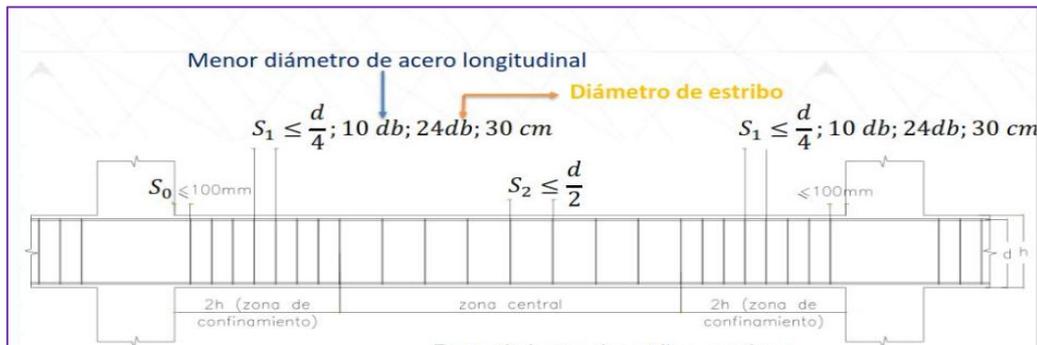


Figura N° 63 Criterios para refuerzos transversales (Estribos)
Fuente: Elaboración propia

3.14.2.5. Diseño de viga con etabs

La viga analizada es de la parte central.

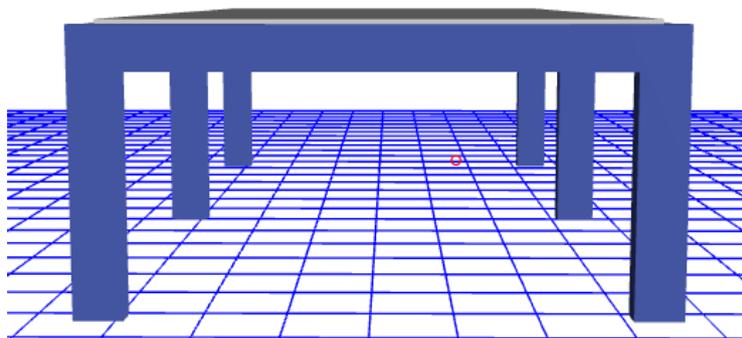


Figura N° 64 Análisis de la viga
Fuente: Elaboración propia

Para el peso sísmico como está en la categoría b se tomará el 50% de la s/c (carga viva)
 Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) E.030

La carga viva (S/C = 500kg/cm²) se aplicó en todo el ancho de la losa.



Figura N° 65 Aplicación de carga viva
 Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se observa la parte longitudinal de la viga centrada.

NOTA:

Para la amplificación de cargas se usó: $1.4 \cdot WD + 1.7 \cdot WL$

El área de refuerzos de los aceros se muestra en la siguiente figura

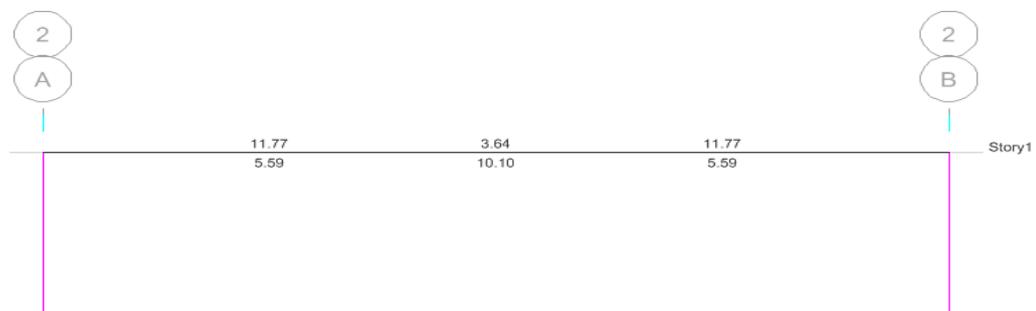


Figura N° 66 Área de refuerzos
 Fuente: Elaboración propia

La diferencia es mínima al calcular con Excel. Por tanto, el refuerzo en la viga será lo siguiente.

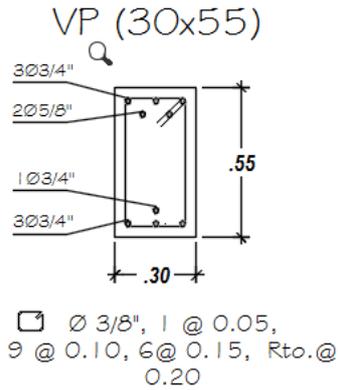


Figura N° 67 Refuerzos finales en la viga
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 66 se muestra los refuerzos finales en la viga.

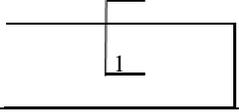
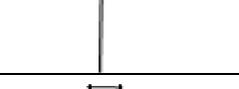
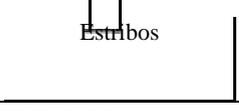
3.14.3. METRADO DE 01 VIGA PRINCIPAL

Tabla N° 22 PLANILLA DE METRADOS DE VIGA

Partida	Descripción	Und	N° Veces	Dimensiones			Parcial	Total
				L	A	H		
01.	CONCRETO ARMADO							
01.01	Vigas							
01.01.1	Concreto $f'c$ 210 kg/cm ²	m³						
	VP							
	A-B		1	6.00	0.30	0.55	0.99	
								0.99
01.01.2	Encofrado de viga	m²						
			1	6.00	1.40			8.40
01.01.3	Acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$	kg						165.63

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23 PLANILLA DE METRADOS - VIGA

ELEMENTO	DISEÑO ELEMENTO	Ø	NUMERO	NUMERO	LONG.	LONGITUD (METROS LINEALES DE VARILLAS)					
			ELEMENTOS	PIEZAS POR ELEMENTO	POR PZA	1/4"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	1"
			IGUALES	ELEMENTO	(M)	M	M	M	M	M	M
VP		3/4"	1	6	7.52					45.12	
		3/4"	1	1	4.70					4.70	
		5/8"	1	2	4.38				8.76		
		3/8"	1	43	1.68		72.24				
SUBTOTAL(ML)							72.24		8.76	49.82	
TOTAL (MTS)											
PESO (KG/MT) POR DIAMETRO VARILLA						0.25	0.56	0.99	1.55	2.24	4.04
TOTAL KGS				165.63	KG		40.45		13.58	111.60	

Fuente: Elaboración propia

Tabla n° 24 Análisis de precios unitarios de reforzamiento de viga de concreto armado

Concreto f'c 210 kg/cm2				m3	
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PRECIO PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Cemento	Bol	9.72	18.64	181.18	
Arena Gruesa	m3	0.52	12.71	6.61	
Piedra Chancada 1/2	m3	0.53	16.95	8.98	
Agua	m3	0.17	10.00	1.70	
				198.47	
MANO DE OBRA					
Capataz	Hh	0.20	18.00	3.60	
Operario	Hh	1.60	16.80	26.88	
Oficial	Hh	1.60	14.27	22.83	
Peón	Hh	8.40	12.72	106.85	
Operador de equipo	Hh	2.40	16.80	40.32	
				196.88	
EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
Mezcladora	Hm	0.80	16.95	13.56	
Vibrador de 4Hp	Hm	0.80	10.17	8.14	
Winche eléctrico	Hm	0.80	13.56	10.85	
Herramientas (5% MO)	Hm	0.05		10.02	
				42.57	
					437.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 25 análisis de precios unitarios (APU) de encofrado

Encofrado con madera tornillo				m2		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	PRECIO PARCIAL	TOTAL	
MATERIALES						
Madera tornillo	p2	5.16	0.85	4.39	46.62	
Clavo 3"	kg	0.17	4.24	0.72		
Alambre	kg	0.30	4.24	1.27		
				6.38		
MANO DE OBRA						
Capataz	Hh	0.10	18.00	1.80		
Operario	Hh	1.00	16.80	16.80		
Oficial	Hh	1.20	14.27	17.12		
Peón	Hh	0.40	12.72	5.09		
				39.01		
EQUIPO Y HERRAMIENTAS						
Herramientas (3% MO)	Hm	0.03		1.22		
				1.22		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 26 presupuesto para construcción de 01 viga

Partida	Descripción	Unidades	Metrado	Costo Parc.	Costo total
01	CONCRETO ARMADO				
01.01	Vigas				
01.01.1	Concreto f'c 210 kg/cm2	m3	8.77	437.92	S/. 3,839.81
01.01.2	Encofrado para vigas	m2	8.40	46.62	S/. 391.57
01.01.3	Acero fy=4200kg/cm2	kg	690.31	3.92	S/. 2,706.02
	TOTAL PRESUPUESTO				S/. 6,937.40
	PARA VIGA				

Fuente: Elaboración propia

3.15. DISEÑO DE VIGA CON EL SIKA CARBODUR V. 4.2

3.15.1. Elección de técnica de refuerzo

Para el reforzamiento de las vigas peraltadas se ha planteado reforzar con láminas de fibra de carbono, se dejó de lado a la técnica tradicional o convencional que sería incrementando las secciones de dicho elemento estructural, con el material a reforzar será a un menor plazo y nos dará una gran ventaja al no incrementar las dimensiones de las vigas y columnas ya que esta solo tiene entre la parte inferior de la viga y el piso terminado del primer nivel 2.4 m

3.15.2. Diseño de Refuerzo

Para el diseño del refuerzo se utilizará el software SIKA CARBODUR V. 4.2, el cual está diseñado para cumplir con las especificaciones de diseño del ACI 440.02-08.

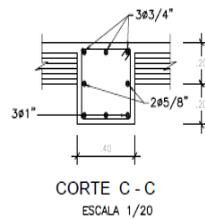
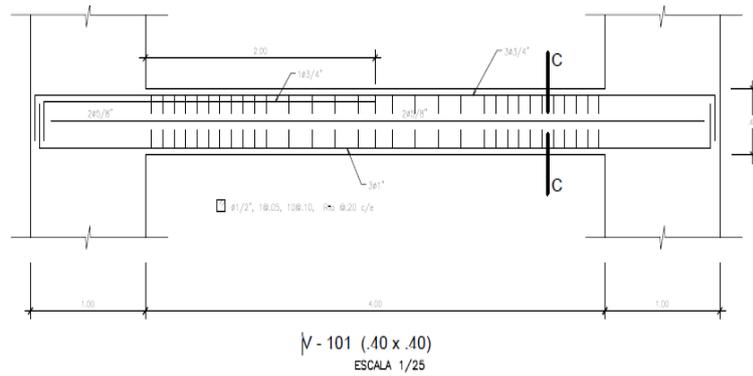
The screenshot displays the Sika Carbodur V. 4.2 software interface, which is used for the design of reinforced concrete beams. The interface is divided into several sections:

- CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICA DE LA VIGA:** This section contains input fields for the beam's geometry: Ancho b (cm) = 40, Altura h (cm) = 40, d' (cm) = 5, and r (cm) = 5.
- PROPIEDADES DE LA VIGA:** This section contains input fields for material and design properties: Momento Ultimo (Tn.m) = 25, Resistencia del concreto a los 28 días f'c (kg/cm²) = 210, Fluencia del acero fy (kg/cm²) = 4200, Tipo de Zona = Sísmica, and Factor de reducción (φ) = 0.9.
- RESULTADOS INICIALES:** This section displays calculated values: peralte efectivo d (cm) = 35, β1 = 0.85, pb = 0.021675, As (cm²) = 23.56154217, p = 0.016829673, pmax = 0.0108375, pmin = 0.003333333, As max. (cm²) = 15.1725, and As min. (cm²) = 4.666666667.
- EL ACERO FLUYE (FALLA DUCTIL):** This section indicates that the steel does not yield (No utilizar Acero Mínimo) and provides the resulting As (cm²) = 23.56154217.
- REQUIERE ACERO EN COMPRESIÓN:** This section provides values for the maximum moment (17.51388227 Tn.m), the moment at which steel yields (7.486117731 Tn.m), and the required compression steel area (As2 (cm²) = 6.603514754). It also shows the final design results: As (cm²) = 21.77401475 and A's (cm²) = 8.401927869, both labeled as "RESULTADO".

A small diagram of a beam cross-section is visible on the right side of the interface, showing the width b, total height h, effective depth d, and reinforcement areas As and A's.

Figura N° 68 Cálculo para diseño de viga

Fuente: Elaboración propia



DETALLE DE VIGA			LAUNA
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS LÁMINAS DE FIBRA DE CARBONO EN LA MEJORA DEL REFORZAMIENTO A ESFUERZO A FLEXIÓN		E-01
PROPIETARIO:	WAGNER PEÑA PONTE		
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
TESES	ESCALA: 1/50	FECHA: JUNIO 2018	DISEÑO: F.T.C.

Figura N° 69 Detalle de la viga
Fuente: Elaboración propia

3.15.3. Determinación de refuerzo

Para la determinación de la cantidad de láminas de fibra de carbono que contendrá la viga se hará uso del de un programa especializado de la empresa SIKA. Que es del uso del programa Sika Carbodur, que fue elaborado basado en el código ACI 440.02-08

Para el reforzamiento se ha diseñado la viga con el programa Sika Carbodur y a la vez sacar un presupuesto y esto fue los resultados.

Para una viga de 40cm de ancho x 40cm de largo x 6m de luz se tendrá que reforzar a flexión con lamina de fibra de carbono de 30cm de ancho x 6m de largo para soportar una carga de 500 kg/cm² el reforzamiento se realizara por debajo de la viga vía externa con epóxido 301A Y 301 B.

3.15.4. Presupuesto de fibra de carbono



PRESUPUESTO VIGA CON LÁMINA DE FIBRA DE CARBONO

PRESUPUESTO DE FIBRA DE CARBONO

CLIENTE : ING WAGNER PEÑA
PROVEEDOR : SOLINACC TECNICOS E INGENIERIA S.A.C
DOMICILIO : JR. COMANDANTE JIMENEZ 392, MAGDALENA DEL MAR
RUC : 2053318997
ADELANTO : 70% Y RESTO VALORIZACIÓN SEMANAL

MONEDA: SOLES

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.UNIT S/.	PARCIAL S/.
1.00	PREPARACION DE LA SUPERFICIE	M2	2.40	65	156
2.00	SIKAWRAP	M2	6	283.8	1702.8
3.00	SIKADUR 301	JGOS	4	373.9	1495.6
4.00	ENVIO Y INSTALACION	GLB	1	500	500
5.00	TARRAJEO	ML	6.00	84	504
6.00	PINTURA	ML	6.00	18	108
	COSTO DIRECTO				4466.4
	SUB TOTAL 18% I.G.V				803.952
	TOTAL GENERAL				5270.352

3.15.5. Uso del programa Sika Carbodur.

- a. Inicio del software, al ingresar nos presenta los servicios, términos y responsabilidades de la empresa SIKa y a la vez para elegir el idioma con el que vamos a trabajar durante su diseño.



Figura N° 70 Inicio del programa sikadur
Fuente: Elaboración Propia

- b. En esta pantalla nos pedirá el software el ingreso de: el nombre del proyecto, nombre del elemento, notas, el editor. Fecha, así como elegir la forma como queremos reforzar el elemento

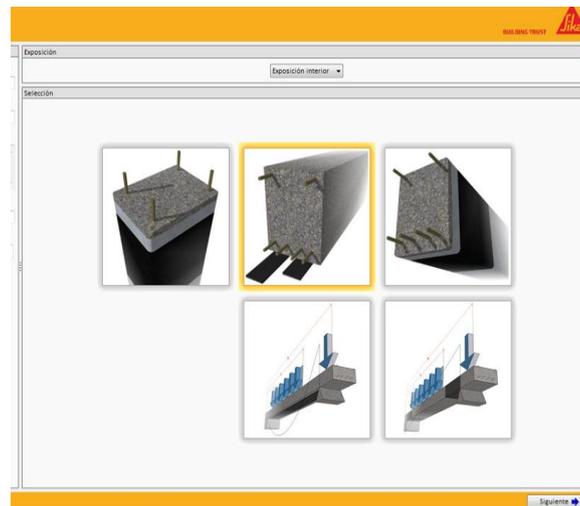


Figura N° 71 Ingreso de Datos, elegir tipo de refuerzo
Fuente: Elaboración propia

- c. Se ingresan la resistencia a la compresión del concreto a utilizar, determinado por el tipo de probeta donde se realizó el ensayo, así como los factores de reducción de sistema, la sección transversal y las dimensiones del elemento a reforzar.

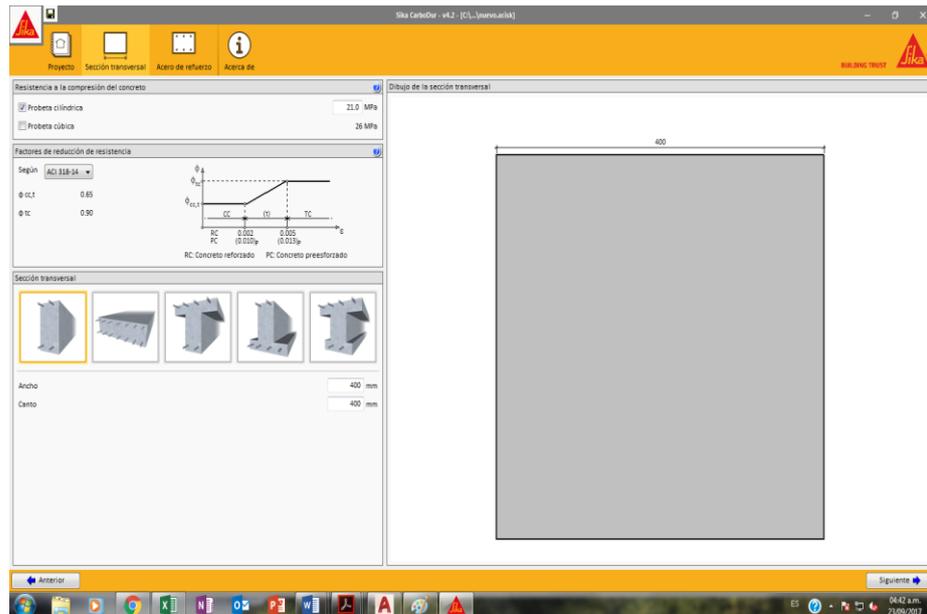


Figura N° 72 Dimensionamiento de la viga
Fuente: Elaboración Propia

- c. En esta pantalla se ingresa el número de barras de acero de refuerzo del elemento, el tipo de acero, si es refuerzo superior e inferior y el espesor de recubrimiento

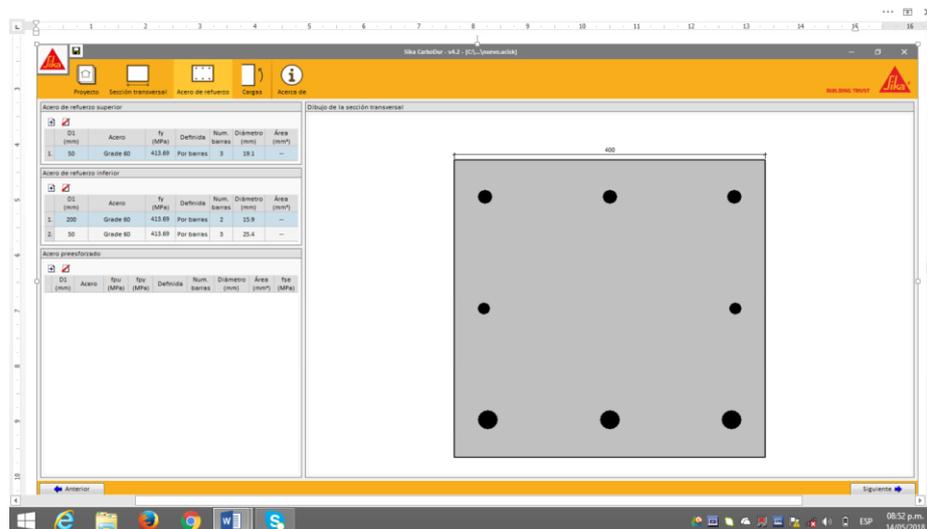


Figura N° 73 Dimensionamiento del refuerzo de acero
Fuente: Elaboración propia

- d. En la pantalla se ingresan las cargas expresadas en Kilonewton – metro, indicando como cargas iniciales, las cargas máximas para que fue diseñado la viga y como cargas previstas la combinación de carga muerta y viva que se van a incrementar al elemento de concreto.



Figura N° 74 Incorporación de cargas iniciales, sobre cargas
Fuente: Elaboración propia

- e. En Esta pantalla se verifica que el dato ingresado concuerde con lo indicado en el ACI 440.02-08 mostrando los resultados en forma de gráfico

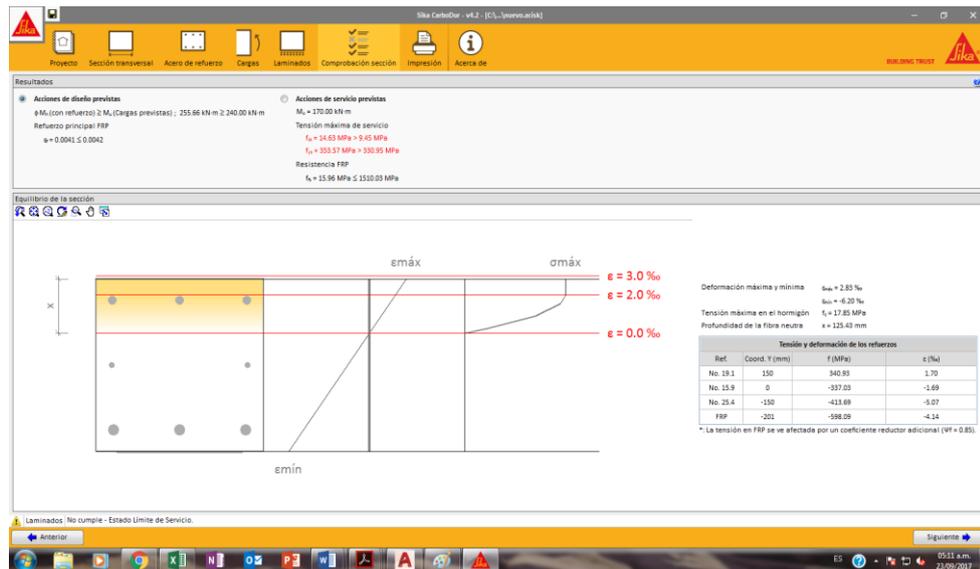


Figura N° 75 Revisión de cargas
Fuente: Elaboración propia

- f. En la última pantalla de impresión muestra los datos obtenidos, comprobaciones y fórmulas de diseño según el ACI 440.02-08

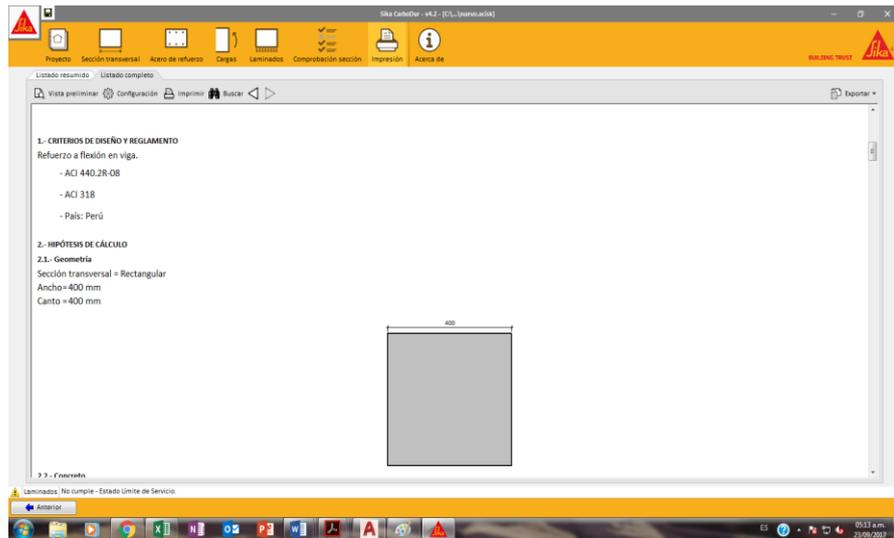


Figura N° 76 Derivaciones de dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

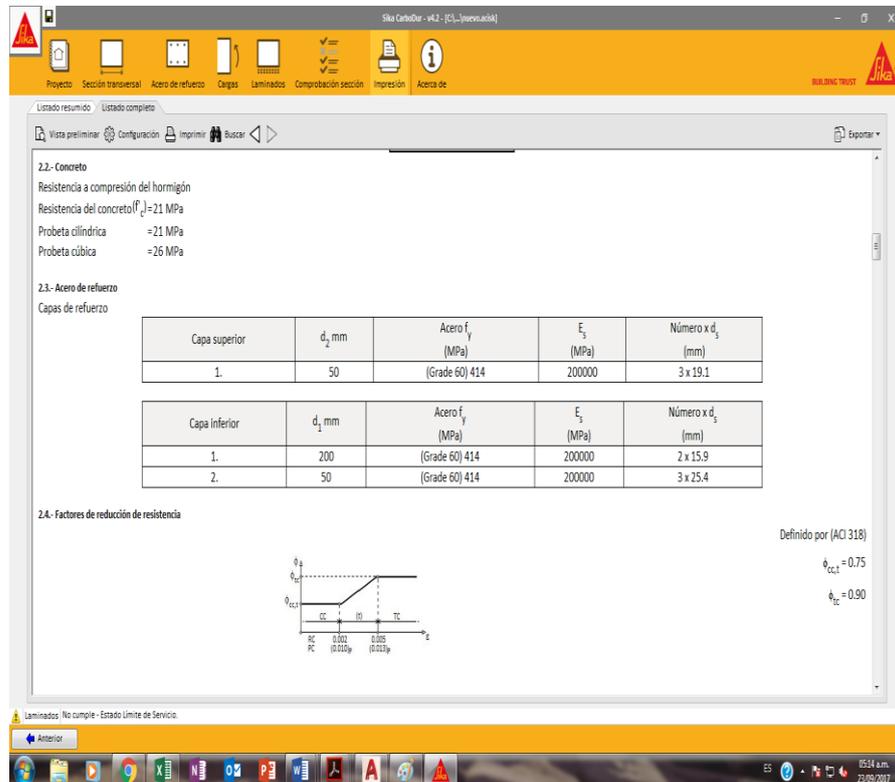


Figura N° 77 Derivaciones de dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

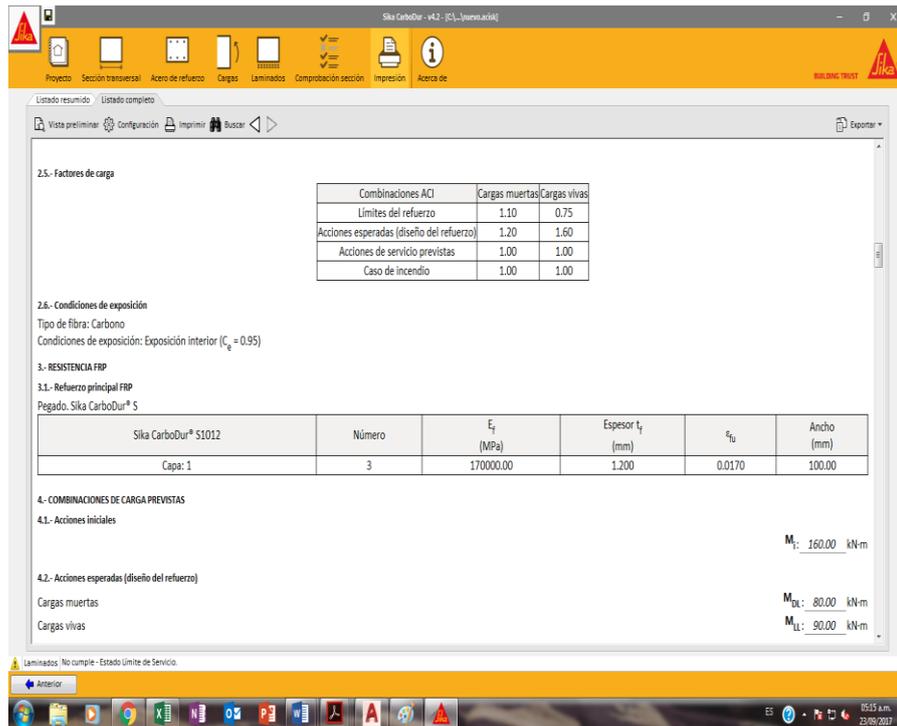


Figura N° 78 Derivaciones de dimensionamiento
 Fuente: Elaboración propia

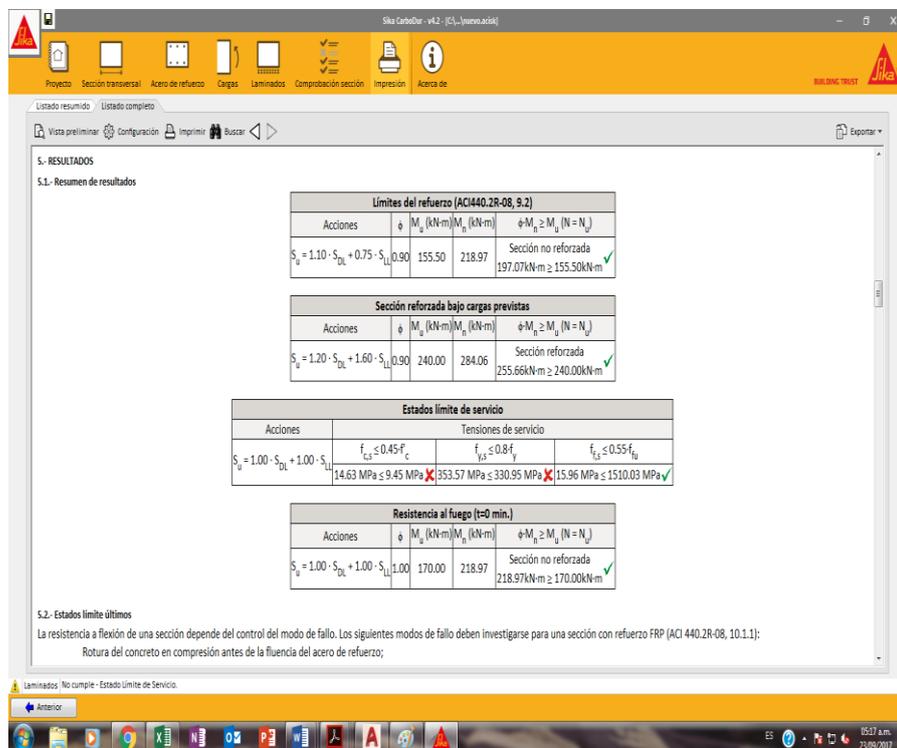


Figura N° 79 Derivaciones de dimensionamiento
 Fuente: Elaboración propia

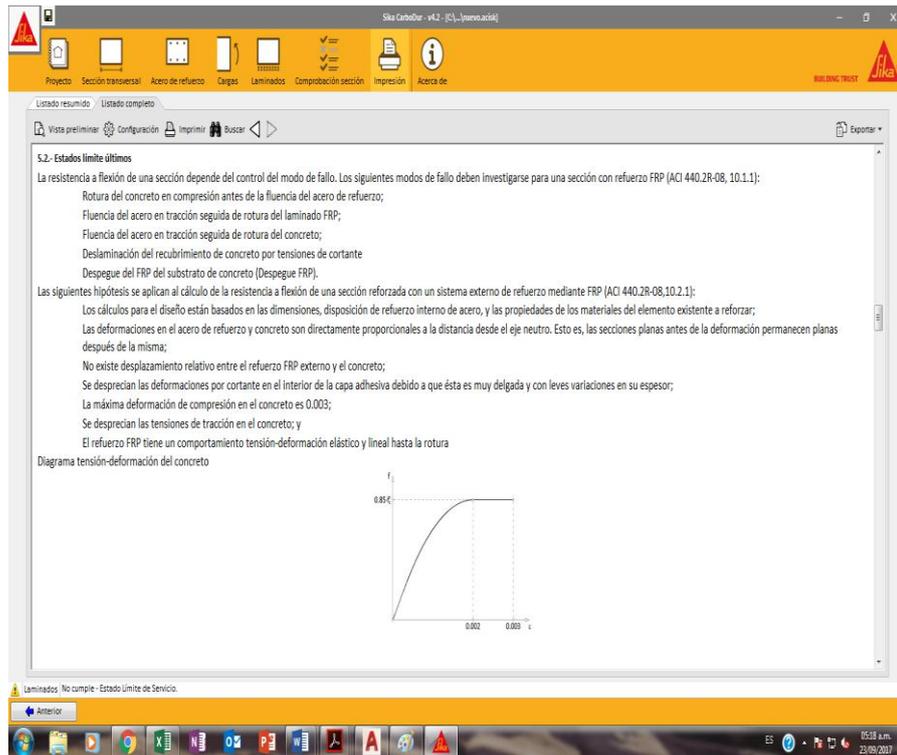


Figura N° 80 Derivaciones de dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

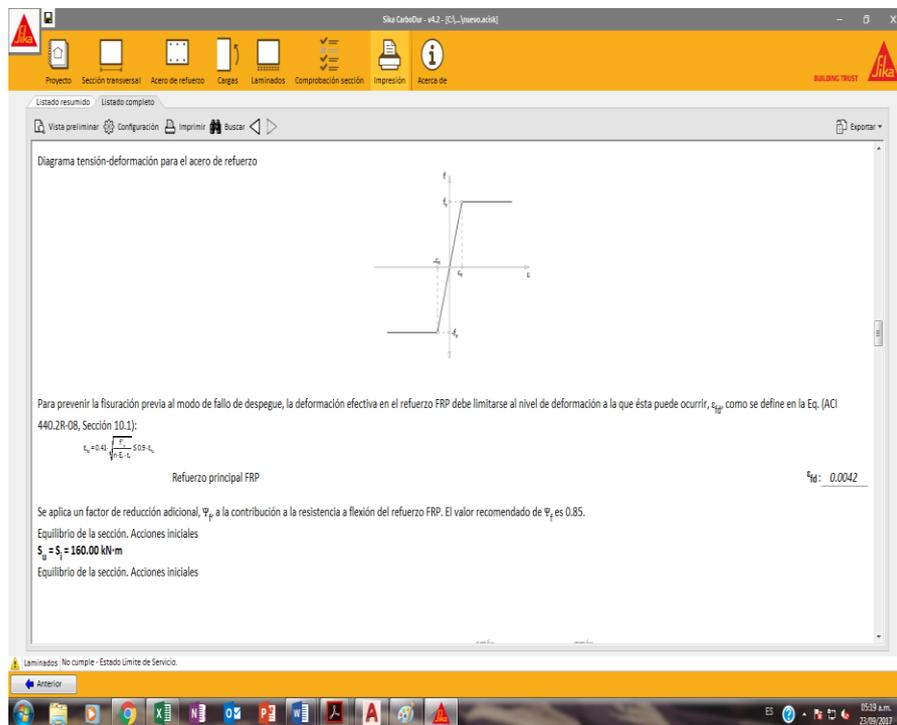


Figura N° 81 Derivaciones de dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

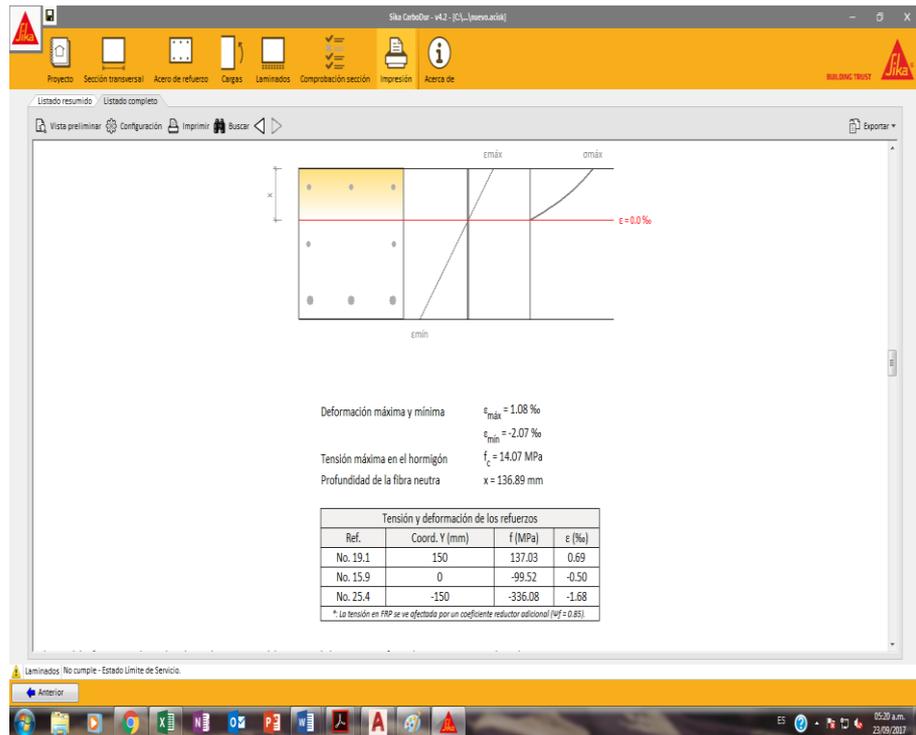


Figura N° 82 Derivaciones de dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

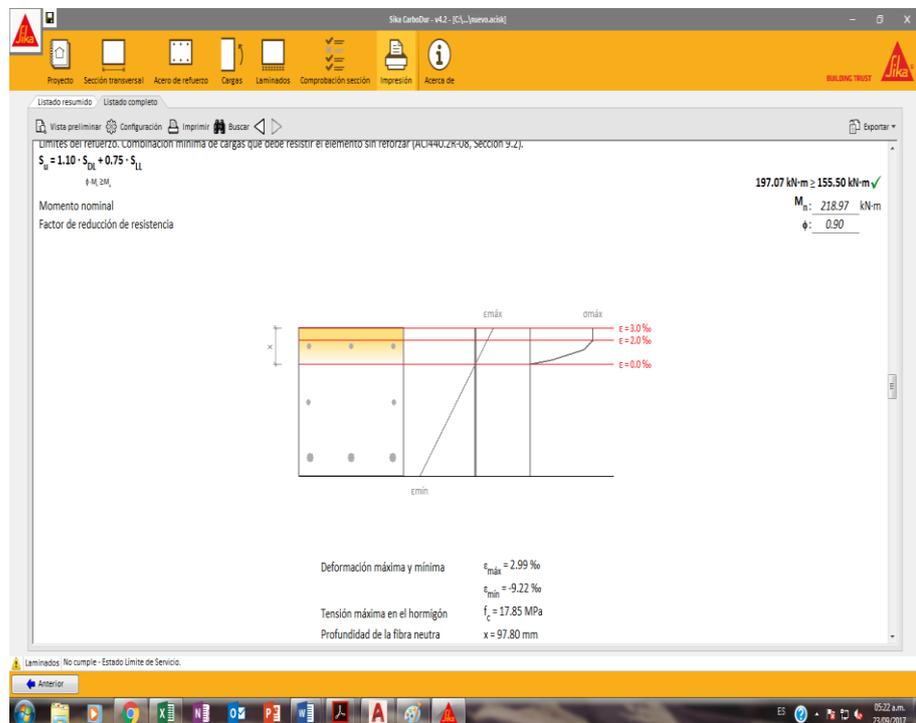


Figura N° 83 Derivaciones de dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

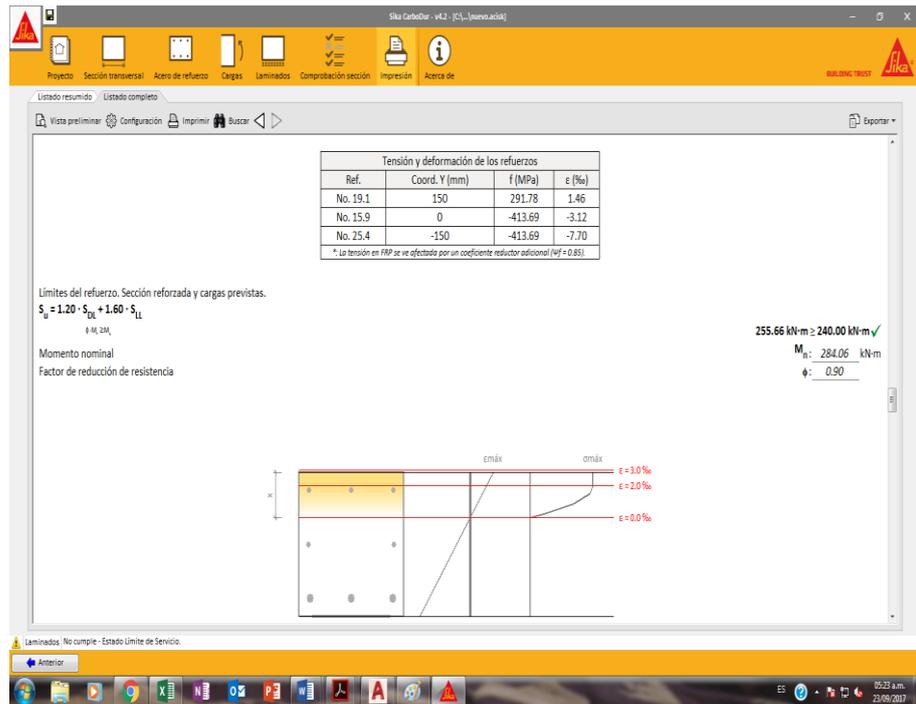


Figura N° 84 Derivaciones de dimensionamiento
 Fuente: Elaboración propia

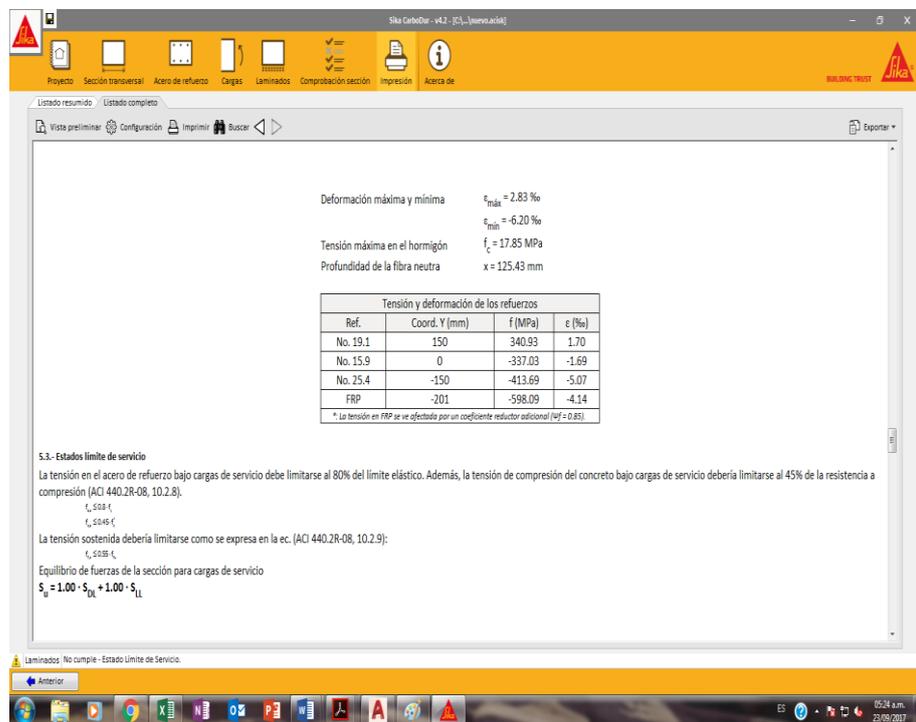


Figura N° 85 Derivaciones de dimensionamiento
 Fuente: Elaboración propia

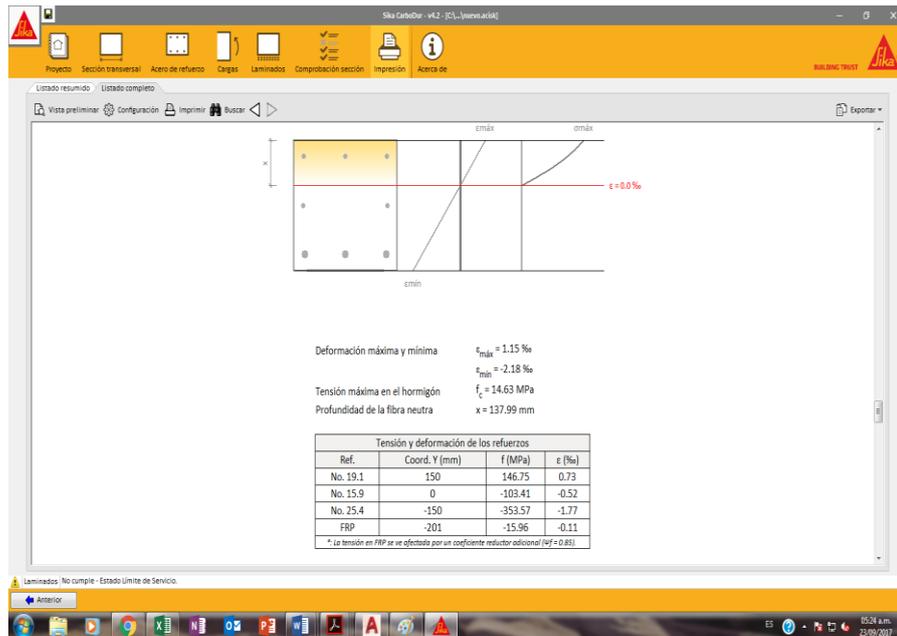


Figura N° 86 Derivaciones de dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

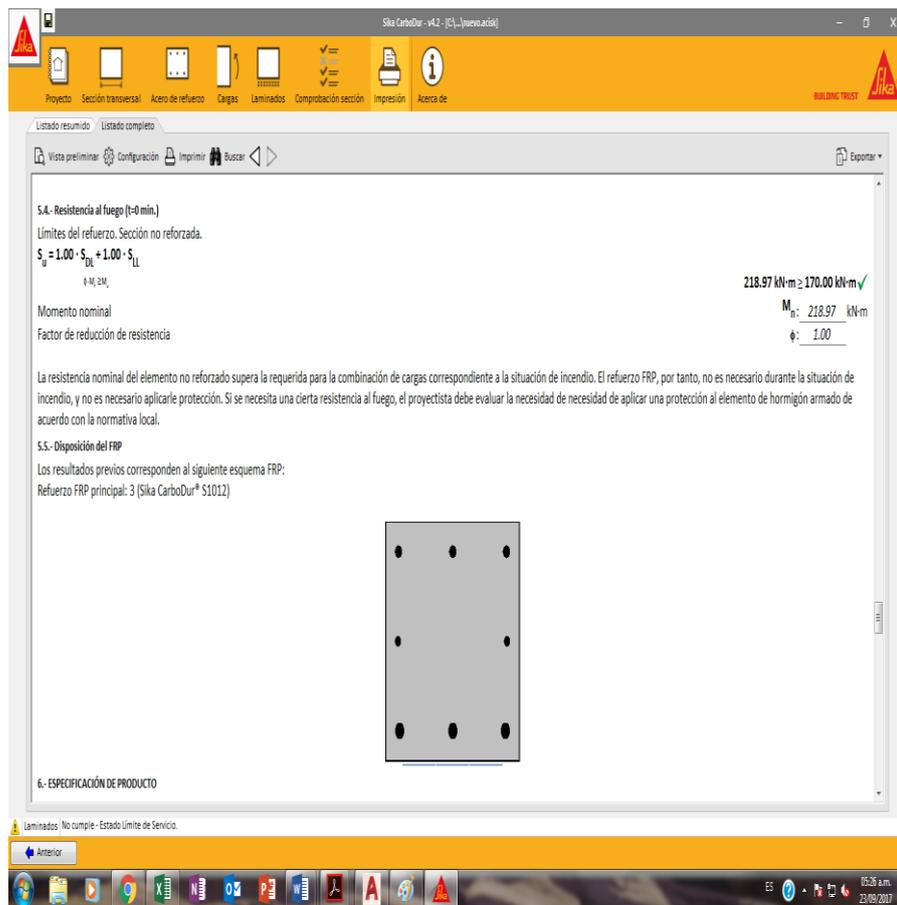


Figura N° 87 Derivaciones de dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

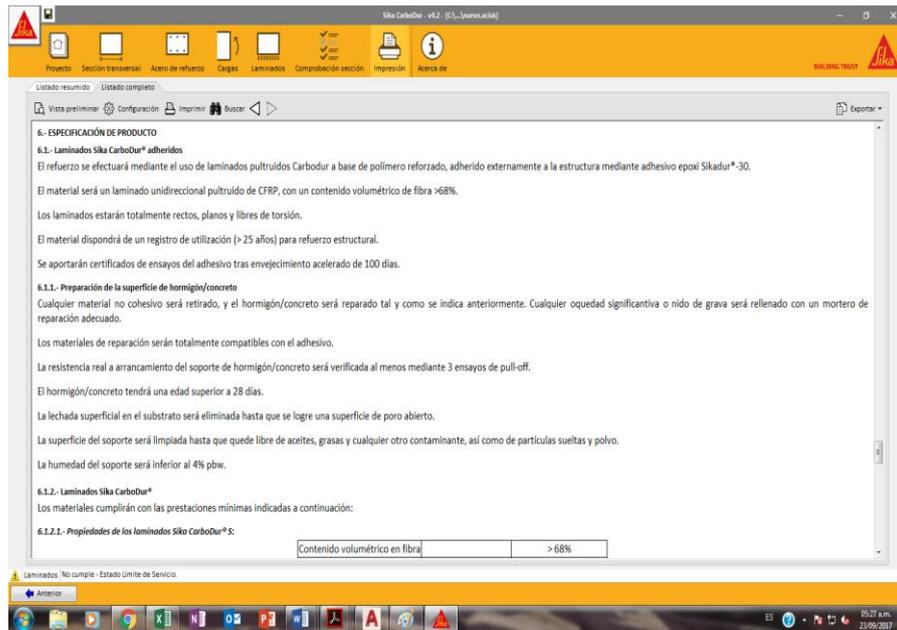


Figura N° 88 Derivaciones de dimensionamiento
 Fuente: Elaboración propia

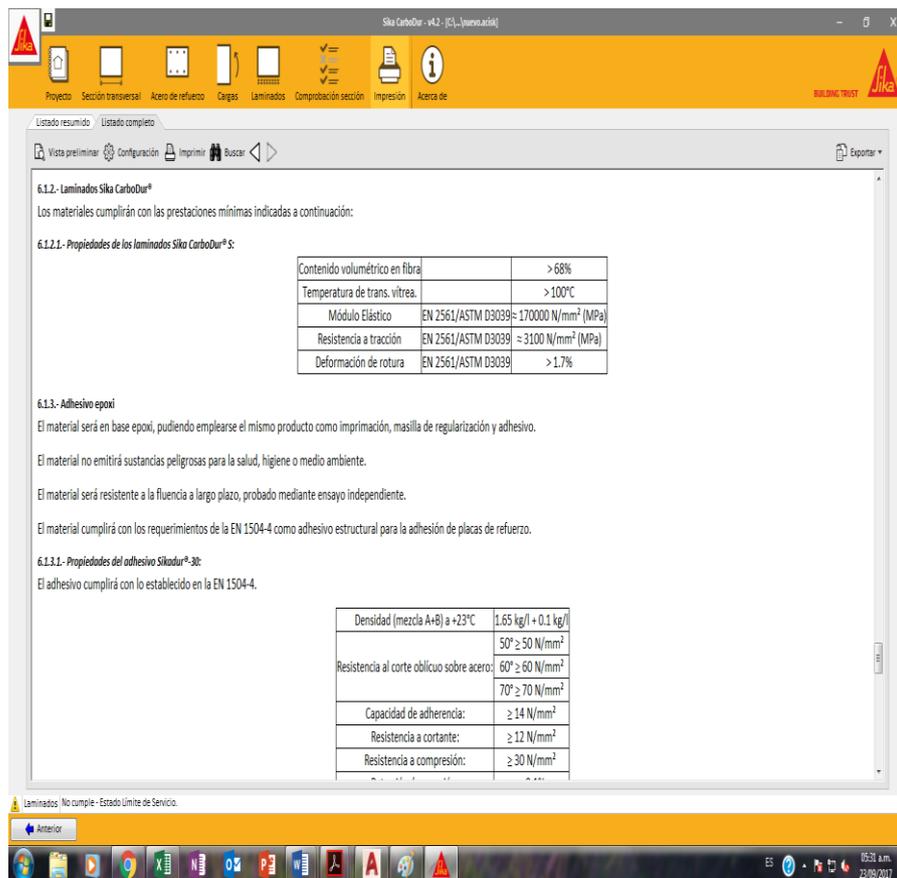


Figura N° 89 Derivaciones de dimensionamiento
 Fuente: Elaboración propia

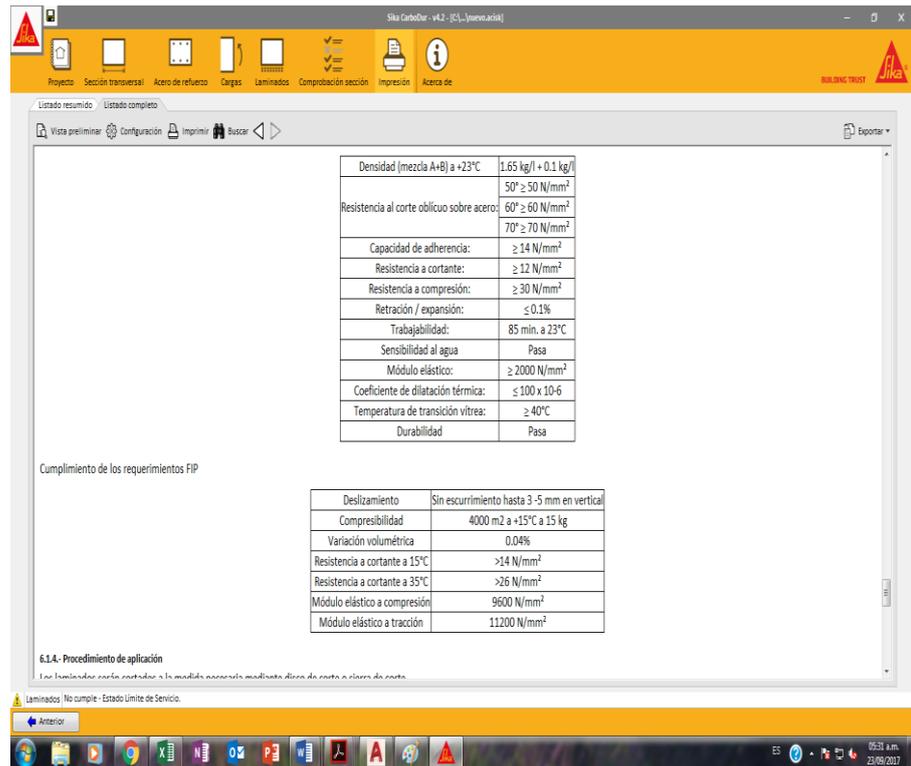


Figura N° 90 Derivaciones de dimensionamiento

Fuente: Elaboración propia

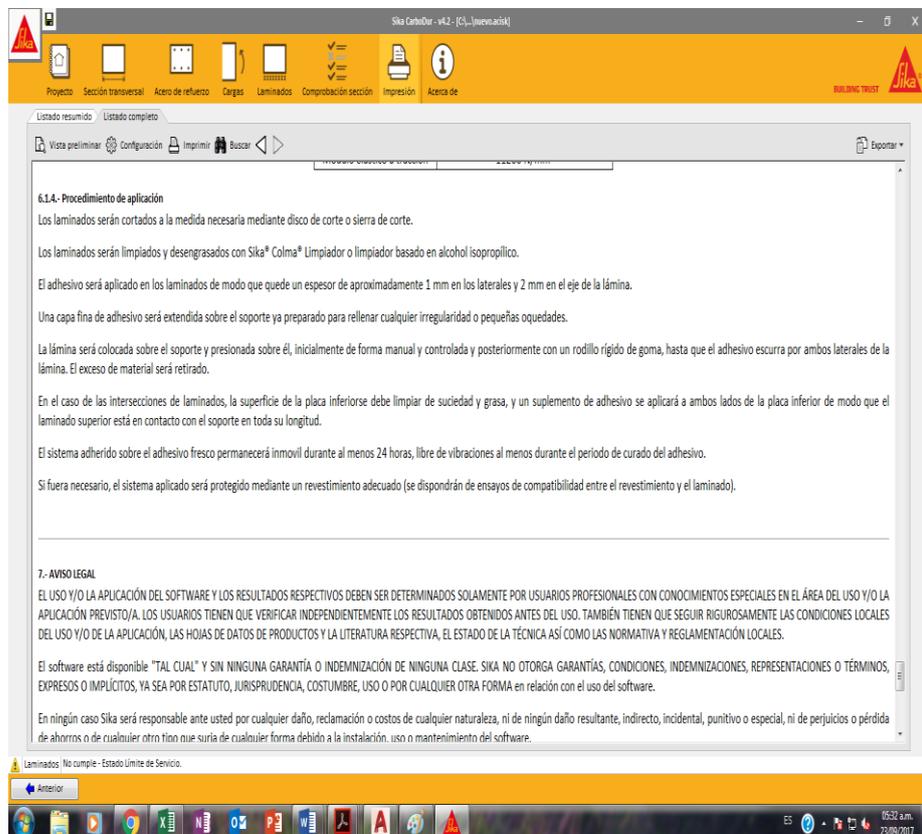


Figura N° 91 Derivaciones de dimensionamiento

Fuente: Elaboración propia

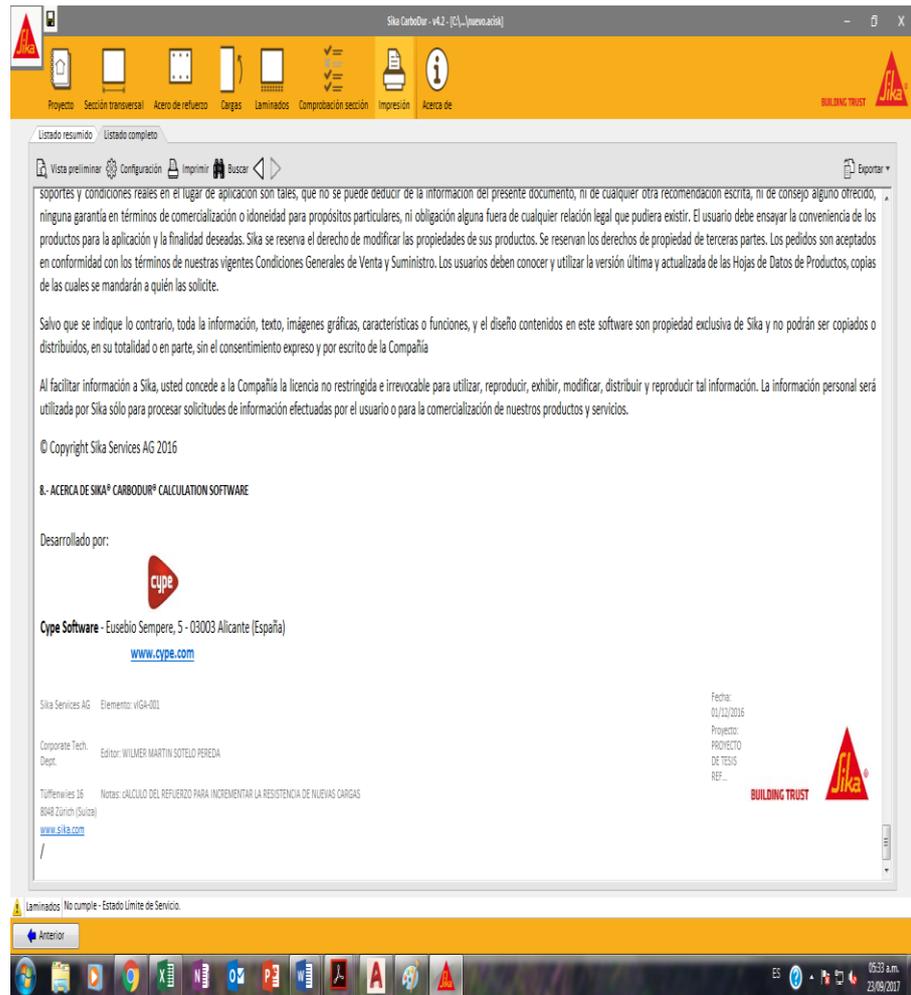


Figura N° 92 Derivaciones de dimensionamiento
Fuente: Elaboración propia

IV. DISCUSIÓN

- H1: Existe una relación positiva entre el reforzamiento de las vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono. En esta tesis se llegó a la conclusión siguiente, el incremento de resistencia a la flexión fue muy notable en la viga con reforzamiento preventivo ya que se presentó a los 28 días una diferencia entre viga con refuerzo y sin refuerzo la diferencia fue de 106 kg/cm² de resistencia a la flexión por lo tanto tiene una buena relación concreto y la lámina de fibra de carbono una buena preparación de la superficie de concreto el refuerzo tendrá una mejor adherencia por lo tanto tendrá una resistencia adecuada, también durante el ensayo a la viga sin lamina de fibra de carbono nos dio fisuras a 90° y con lamina de fibra de carbono nos dio una fisura a 45° y la falla se dio al tercio medio y la fibra fallo por desprendimiento. constatamos con un antecedente internacional que es casi idéntico con mi tesis de José Paúl Yauli Paredes su tesis fue titulada como DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA VIGA REPARADA CON FIBRAS DE CARBONO Ecuador. Su conclusión fue que luego de los ensayos a flexión al someter las vigas sin refuerzo de fibra de carbono al ensayo se producen fallas mediante fisuras a 90° en punto de aplicación de la carga, y en las vigas con refuerzo de fibra de carbono se producen mediante fisuras a 45° que se propagan rápidamente desprendiendo el recubrimiento inferior del concreto con el refuerzo de fibra de carbono, la falla que se dio en las vigas fueron en el tercio medio y la lámina fallo por desprendimiento y el incremento de la resistencia ultima es considerablemente elevado.
- H2: Existe una relación positiva entre la ductilidad y el refuerzo de las vigas de concreto armado con láminas de fibras de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017. Según esta investigación se llegó a la conclusión con ayuda del laboratorio de la UNI nos dice que el material o lamina de fibra de carbono al reforzar externamente a la probetas de concreto se pudo comprobar un notable incremento de resistencia a compresión y tiene un buen confinamiento, también fue comparada con un autor internacional Yauli Paredes su tesis fue titulado como DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA VIGA REPARADA CON FIBRAS DE CARBONO Ecuador también él nos dice al reforzar externamente los elementos estructurales nos da un muy buen confinamiento y una buena resistencia a la compresión.
- H3: Existe una relación positiva entre resistencia y las láminas de fibra de carbono en las vigas de concreto armado de las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017. En esta investigación se pudo comprobar un notable incremento de resistencia a la compresión es lo mismo que dice un autor internacional Yauli Paredes su tesis fue titulada como

DESEMPEÑO SÍSMICO DE UNA VIGA REPARADA CON FIBRAS DE CARBONO

V. CONCLUSIONES

- Se pudo comprobar un notable incremento de la resistencia a compresión en las probetas que contenían refuerzo de láminas de fibra de carbono por lo tanto tiene una buena relación concreto y la lámina de fibra de carbono al aumentar su resistencia o al tener un buen confinamiento.
- Existe una buena relación entre la ductilidad y el refuerzo de las vigas de concreto armado con láminas de fibra de carbono porque el elemento reforzado se deforma sin perder de manera importante su capacidad resistente es decir se logra deformarse en el rango inelástico.
- El incremento de resistencia a la flexión fue muy notable en la viga con reforzamiento preventivo ya que se presentó a los 28 días una diferencia entre viga con refuerzo y sin refuerzo la diferencia fue de 106 kg/cm² de resistencia a la flexión por lo tanto tiene una buena relación concreto y la lámina de fibra de carbono una buena preparación de la superficie de concreto el refuerzo tendrá una mejor adherencia por lo tanto tendrá una resistencia adecuada, también durante el ensayo a la viga sin lamina de fibra de carbono nos dio fisuras a 90° y con lamina de fibra de carbono nos dio una fisura a 45° y la falla se dio al tercio medio y la fibra fallo por desprendimiento.
- La fibra de carbono destaca en su puesta en obra ya que es un material muy ligero, de gran maniobrabilidad, capaz de poder adaptarse a cualquier geometría y su formato de comercialización permite su colocación sin juntas y así se evita puntos débiles en el refuerzo.
- Durante los ensayos a flexión de las vigas con refuerzo de láminas de fibra de carbono las fallas se dieron en el tercio medio y las láminas fallaron por desprendimiento.

- En los ensayos realizados las fallas de rotura se producen en el concreto mientras que la fibra de carbono no sufre ningún tipo de problema.

VI. RECOMENDACIONES

- Solicitar la ayuda o asesoramiento de instaladores certificados para el proceso de instalación para garantizar la perfecta adherencia del reforzamiento para obtener el eficiente funcionamiento del sistema CFRP.
- Para reforzar con fibra de carbono cualquier tipo de elemento estructural y lograr óptimos resultados, los elementos de concreto deben ser bien preparados y tratados.
- Durante el reforzamiento se debe que preparar bien la superficie a reforzar y con personal altamente calificado y capacitado.
- Los epóxidos deben de ser bien preparados por personal capacitado para tener una mejor adherencia durante el reforzamiento.
- Para el cálculo de la viga con refuerzo de fibra de carbono se debe analizar muy minuciosamente cumpliendo lo recomendado por el ACI 440.2R-08, para lo que necesitamos un conocimiento completo de la Norma.
- Para la colocación del refuerzo de fibra de carbono dependerá mucho de la técnica adoptada, ya que es un material que brinda valores mayores de resistencia en la dirección axial de la fibra que en la dirección transversal, y si se elige una configuración inadecuada podría resultar en un perjuicio para la estructura.
- Al reforzar las vigas en una edificación se comprobó que se pierde totalmente uno de los criterios a cumplir en cualquier proyecto Sismo resistente, por lo que se recomienda que al reforzar una estructura con fibra de carbono no solo se analice la viga como elemento dañado sino toda la estructura (Vigas y Columnas); y así, que toda la estructura trabaje de forma monolítica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN Concrete Institute. 2008. *Guide for the design and Construction of Externally Bonded FRP System for Strengthening Concrete Structures*. 2008.
2. ÁNGEL San Bartolomé y Cristian Coronel. 2012 “Reparación y reforzamiento de un muro de albañilería confinada mediante fibra de carbono” Lima – Perú
3. ARI de Paula Machado, (2005) Consultor de refuerzos con fibras de carbono España
4. ARIES GALICIA, Fernando. Introducción a la metodología de investigación en ciencias de la administración y del comportamiento. Ed. Trillas. México, 2003.
5. C. PARRA, E. Martínez-Conesa, M. Valcuende, A. Garrido. 2012. *Análisis de métodos para evaluar el refuerzo a esfuerzos cortante con CFRP en vigas de hormigón armado*. Madrid : Fundación Laboral de la Construcción, 2012. 0020-0883.
6. FERNÁNDEZ C y Baptista L (1991) Metodología de la Investigación Ed. Mc Graw Hill
7. FRANCO Flores, José. Refuerzo de estructuras de concreto con tejidos de fibra de carbono. Trabajo de graduación. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: mayo 2002.
8. GALVIN Barrera, Pedro. 2002. *Estructuras de Hormigón reforzadas con fibras de carbono*. Sevilla- España : Galvin Barrera, Pedro, 2002. 978-84-609-8063-6
9. GÓMEZ Pulido, M. D., Sobrino, J. (1998). “Refuerzo de estructuras de hormigón con materiales compuestos con fibra de carbono. Aplicación al Puente de Can Dragó, Barcelona”, *Hormigón y acero* n° 210, pp. 55-72.
10. GUTIÉRREZ COLORADO, Daniel Arturo. (2003) Tesis de Maestría: “Desarrollo y prueba de un Sistema Multimedia Educativo enfocado a cubrir los estilos individuales de aprendizaje del Modelo Vark”. Tecnológico de Monterrey.
11. Hedrick, T.E., Bickman, L. y Rog, D.J. (1993). *Applied research design. A practical guide*. Newbury Park, CA: Sage.

12. HELENE, Paulo y Fernanda PEREIRA (2003) Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón. CYTED.
13. HERNÁNDEZ Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación. (5.a Edición). Chile: McGraw-Hill / Interamericana Editores
14. MANUAL Guía Compuesta de Diseño Estructural. 2a Ed. Ohio USA: Publicaciones Master Builders, 1998.
15. Morales Morales, Roberto. 2006. *Diseño en Concreto Armado*. Lima : ICG, 2006. pt-06
16. NORMA peruana E.060 Concreto Armado y Norma ACI 318 14
17. OTTAZZI, Gianfranco 2004 Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y Comportamiento del Concreto Armado. Tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Ingeniero Civil. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería Departamento de Ingeniería Sección Ingeniería Civil.
18. PEREZ, Marco A. 2014. *Aplicaciones avanzadas de los materiales compuestos en la obra civil y la edificación*. Barcelona- España : Omnia Publisher SL, 2014. 978-84-941872-9-2.
19. Perez, Marco A. 2014. *Aplicaciones avanzadas de los materiales compuestos en la obra civil y la edificación*. Barcelona- España : Omnia Publisher SL, 2014. 978-84-941872-9-2.
20. PROAÑO Luis Tataje, (2012) “Comportamiento de vigas de concreto armado reforzadas externamente con platinas de fibras de carbono” Lima – Perú
21. Quintana Tejera, Luis, Métodos y técnicas de investigación 1, México, McGrawHill, 2007.
22. *Reforzando Edificaciones con Fibra de Carbono*. Flores Tantaleán, Luis. 2013. 03, Lima : Revista Civilizate, 2013, Vol. 01. 2411-944x.
23. *Refuerzo de Estructuras con Composites Avanzados*. Recuero, Alfonso, y otros. 1997. 452, Madrid : Institutode Ciencias de la Construcción, 1997, Vol. 49. 0020-0883.
24. RIO Bueno, Alfonso del. 2008. *Patología, Reparación y refuerzo de estructuras de hormigón armado de edificación*. Madrid : E.T.S. Arquitectura, 2008.
25. TOLOZA León Alberto Salazar 2005 “Recuperación de estructuras de hormigón en base a CFRP (polímeros reforzados con fibras de carbono)” Chile

26. Trochim P. (2005) *Research Methods for Leisure , Recreation and Tourism*, 2nd Edition
27. YAULI José Paúl (2014) “*Desempeño sísmico de una viga reparada con fibras de carbono*”. Colombia

ANEXOS

Anexo 1



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : WAGNER PEÑA PONTE
 Obra : PROYECTO MULTIFAMILIAR
 Asunto : Ensayo de Esclerometría
 Expediente N° : 18-1258
 Recibo N° : 60038
 Fecha de emisión : 03/04/2018

- 1. DE LOS ELEMENTOS** : Se realizó el ensayo de esclerometría (Martillo de Schmidt), en las superficies laterales de una columna y una viga ambas de concreto armado, a fin de estimar la uniformidad de su resistencia.
- 2. DEL EQUIPO** : Esclerómetro 1J0317.
 Certificado de calibración: LD-0543-2016
- 3. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 338 181 2013
- 4. RESULTADOS** :

E1 - COLUMNA	
Lectura	Valor del rebote
1	38
2	42
3	38
4	40
5	40
6	38
7	34
8	36
9	40
10	38
Promedio	39
Dev. Estándar	2.3
Sentido	Horizontal

E2 - VIGA	
Lectura	Valor del rebote
1	34
2	32
3	32
4	30
5	32
6	34
7	32
8	36
9	34
10	36
Promedio	33
Dev. Estándar	1.9
Sentido	Horizontal

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente a la ubicación de los puntos para el ensayo fue proporcionada por el solicitante.

Hecho por : Ing. R. Cachay H.
 Técnico : Sr. L. O. R.

Mariana Torre Carrillo
 Jefe (a) del Laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las zonas de las estructuras indicadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



Anexo 2

CLIENTE: TERRESTA		LEMA: P.I.C. - LINA		CABERO DE MEDIDAS (C = 210 Kg/cm ²)		N° Expediente: 18-0000	
CUBETA: TERRESTA		CUBETA: TERRESTA		CUBETA: TERRESTA		CUBETA: TERRESTA	
ITEM	Altera	Altera	Altera	Altera	Altera	Altera	Altera
P.M.	2.60	2.70	1.87	P.E.	3.15	AMERICA	
P.A.S.	1.01	1.01	1.01	% AZÚCAR	1.5	BRITICA	
P.D.C.	1.41	1.41	0.85	APC		MARCA	
Alm (N)	1.44	0.85	0.27	ADICIA		P.E.	
Alm (N)	2.60	0.27	+	ADICIA		MARCA	
Alm (N)	3.87	7.44		ADICIA		P.E.	
Alm (N)	48.1	23.9		ADICIA		MARCA	
Alm (N)	51.7	1.4		ADICIA		P.E.	
Alm (N)	48.4	96.0		ADICIA		MARCA	
Alm (N)	48.4	96.0		ADICIA		P.E.	
COMBINACION D1 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D2 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D3 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D4 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D5 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D6 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D7 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D8 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D9 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D10 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D11 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D12 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D13 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D14 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D15 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D16 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D17 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D18 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D19 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D20 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D21 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D22 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D23 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D24 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D25 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D26 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D27 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D28 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D29 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D30 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D31 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D32 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D33 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D34 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D35 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D36 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D37 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D38 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D39 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D40 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D41 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D42 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D43 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D44 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D45 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D46 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D47 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D48 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D49 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D50 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D51 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D52 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D53 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D54 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D55 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D56 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D57 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D58 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D59 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D60 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D61 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D62 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D63 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D64 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D65 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D66 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D67 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D68 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D69 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D70 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D71 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D72 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D73 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D74 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D75 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D76 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D77 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D78 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D79 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D80 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D81 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D82 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D83 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D84 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D85 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D86 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D87 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D88 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D89 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D90 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D91 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D92 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D93 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D94 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D95 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D96 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D97 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D98 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D99 (N)		48.4		96.0		MORSA	
COMBINACION D100 (N)		48.4		96.0		MORSA	

7/05/2025 - 4:34 p.m.

Anexo 3



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
 LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



ABET
 Accredited Engineering Program



ADET
 Asociación de Escuelas de Ingeniería de América del Sur

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : WANDER PEÑA POBITE
Del : PROYECTO MULTIFAMILIAR BRÉÑA
Ubicación : BRÉÑA
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
Expediente N° : 18-1077
Rolito N° : 08058
Fecha de emisión : 17/08/2018

1. **DE LA MUESTRA** : Constante en 4 probetas cilíndricas de concreto

2. **DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal TCMTECHNIK
 Certificado de Calibración LPP-021-2017

3. **MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia MSP 320.034.0018
 Procedimiento interno AT-FPI-12

4. **RESULTADOS**

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)	TIPO DE MUESTRA
1	SIN FIBRA	15/04/18	07/08/18	81.0	24,800	306	Tipo 3
2	CON FIBRA	15/04/18	07/08/18	83.3	88,112	754	Tipo 2
3	CON FIBRA	15/04/18	14/08/18	83.3	95,114	866	Tipo 2
4	SIN FIBRA	15/04/18	14/08/18	83.3	23,330	279	Tipo 3

5. **OBSERVACIONES** : 1) La información referente al sustrato, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Sr. J. Basilio P. Ticona Sr. A.A.G.




 Sr. Ana Yenny Carrillo
 Jefe(a) del laboratorio

NOTAS:
 1) Esta unidad reproduce y sustituye al informe de ensayo, todo a posteriori, de la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos son correspondientes a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad en nuestra construcción
 Laboratorio Civil/Ingeniería 2010 10001

Ar. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (011) 381-3343
 (011) 481-1070 Anexo: 4000 | 4040

www.lem.unilima.pe
 lem@unilima.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - 090



Anexo 4

INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : MAGNER PERA FORTE
 Obra : PROYECTO MULTIFAMILIAR OBREA
 Ubicación : OBREA
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 18-1207
 Perfil N° : 0000
 Fecha de emisión : 17/03/2018

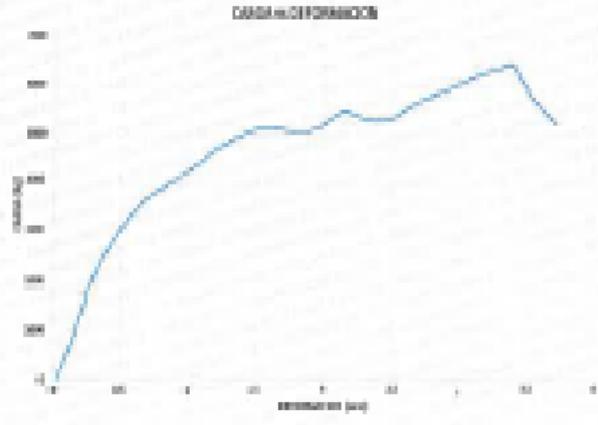
1.8. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal ALFRED J. JARLE S.R.L.
 Certificado de calibración: CNC-003.0017

2.8. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia RTT-008.079-2012

3.8. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto, con fecha de fabricación 18/03/2018

4.8. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 07/05/2018

Descripción	CARGAS (N)			CARGA MÁXIMA (N)	CARGA ÚLTIMA (N)	DEFORMACIÓN A LA FLEXIÓN (mm)	OBSERVACIONES
	10%	20%	30%				
VIGA CON FIBRA	100	191	290	400	400	194	Falla en el momento



5.8. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, calidad, fecha de obtención o identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : LIC. J. Blazquez
 Tema : SI A.A.

[Firma manuscrita]


 Ing. Ana Tono Castillo
 Jefe del Laboratorio

NOTAS:
 Elaboración especial y única en virtud de leyes, decretos, resoluciones, o disposiciones del gobierno.
 Es el resultado de un ensayo realizado de acuerdo a los métodos propuestos por el solicitante.

Anexo5



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A. : WAGNER PÉREZ PONTE
Diseño : PROYECTO MULTIFAMILIAR BARRA
Ubicación : BARRA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
Expediente N° : 18-1377
Recibo N° : 80088
Fecha de emisión : 17/08/2018

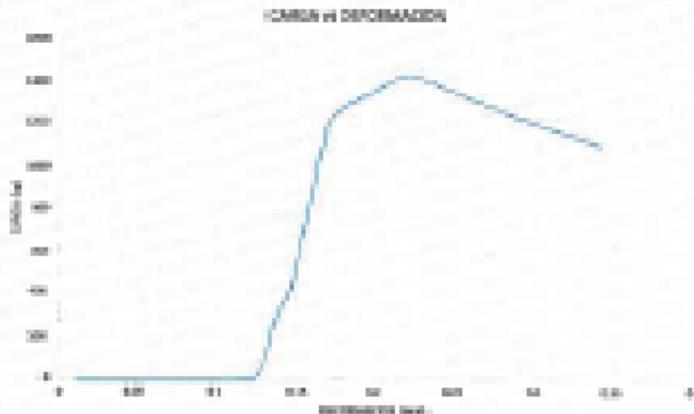
1.1. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal ALFRED J. AARLÉN
 Certificado de calibración (SAC-083-2017)

1.2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 359.076-2012

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto, con fecha de fabricación: 18/04/2018

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 17/08/2018

DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APUNTES (mm)	CARGA MÁXIMA (kg)	DEFORMACIÓN A LA FLEXIÓN (mm)	OBSERVACIONES
	ANCHO	ALTO	LARGO				
VIGA DE BARRA	107.0	102.0	700	500	1420	28	Fallo en el tercer tramo.



4.1. OBSERVACIONES : 1) La información referente al material, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basilio P.
 Técnico : Dr. A.A.



[Firma manuscrita]
 M. Ing. Ana Tere Chambo
 Jefe del laboratorio

NOTAS:
 Los resultados reproducidos en este informe son válidos en la medida en que se cumplieron con las condiciones de ensayo.
 Los resultados de los ensayos no corresponden a las muestras proporcionadas por el estudiante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Compuesto ISO 9001

Av. Túpaco Amaru N° 216, Línea 28
 Apartado 1301 - Perú
 (51) 381-3343
 (51) 481-1878 Anexos 4028 / 4048

www.lem.un.edu.pe
 lem@un.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM



Anexo6



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : WALTER PERA PONTE
Clase : PROYECTO MULTIMEDIALES PERA
Ubicación : SBENA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
Expediente N° : 18-1877
Resolución N° : 4000
Fecha de emisión : 18/06/2018

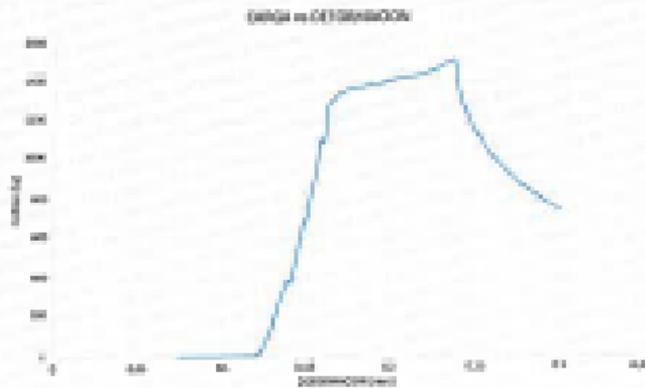
1.1. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal J4 PRHO J. AMBOLD
 Certificado de calibración: DMC-800-2017

2.1. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP-508.078.0012

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto, con fecha de fabricación: 18/04/2018

4.1. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 18/06/2018

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APUNTES (mm)	CARGA MÁXIMA (N)	DEFORMACIÓN A LA CARGA MÁXIMA (mm)	OBSERVACIONES
	ANCHO	ALTO	LONGITUD				
VIGA DE PERA	100	100	700	500	1001	0"	Fallo en esfuerzo medio.



5.1. OBSERVACIONES : () La información referente al sustrato, procedimientos, calidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Becerra P.
Técnico : Sr. J.A.

Ing. Ana Yara Castro
 Coordinadora

NOTAS
 (1) Este informe reproduce y certifica el informe de ensayo, sus conclusiones, así como el resultado del laboratorio.
 (2) Los resultados de los ensayos realizados corresponden a los sustratos proporcionados por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 Apartado 1281 - Perú
 (011) 381-3243
 (011) 481-1670 Anexo: 4858-1-4040

www.lem.unil.edu.pe
 lema@unil.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM



Anexo7



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL SOZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A. : ROSENER ROSA POATE
Obra : PROYECTO MULTIFAMILIAR BRISA
Ubicación : BRISA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
Expediente N° : 18-1207
Resolución N° : 00000
Fecha de ensayo : 18/06/2018

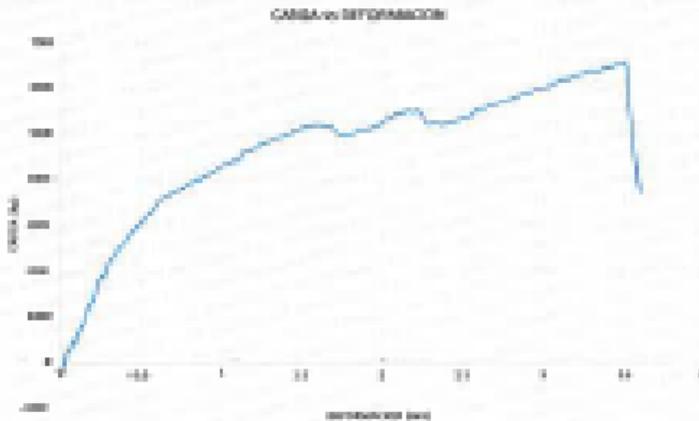
1.1. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal ALFRED J. AMULEN
 Certificado de calibración: OMC-882-2017

1.2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 309.819-2012

3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto, con fibra de fibra de vidrio 18040018

4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 18/06/2018

DESCRIPCIÓN	DEFORMACIÓN (%)			Distancia entre apoyos (mm)	CARGA MÁXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (kg/cm ²)	OBSERVACIONES
	antes	desp.	Logica				
VIGA CON FIBRA	1%	9%	1%	663	607	337	Fibra reforzada.



5.0. OBSERVACIONES : T) La información referente al muestras, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Rosales P.
 Técnico : Sr. A.A.

NOTAS:
 El presente informe y copia de parte de ensayo, son propiedad de la empresa solicitante. Distribución de los ensayos correspondientes a los usuarios procedentes de sus sistemas.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tapac Amaru N° 210, Línea 25
 apartado 1301 - Perú
 (011) 381-4343
 (011) 481-1878 Anexo: 4088 / 4048

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI



Anexo8



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
A : RAMÓN PEÑA PONTE
Clase : PROYECTO MULTIMEDIALEUR (PRE)SA
Grupos : 0005SA
Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
Expediente N° : 18-1793
Resolución N° : 0012
Fecha de emisión : 21/05/2018

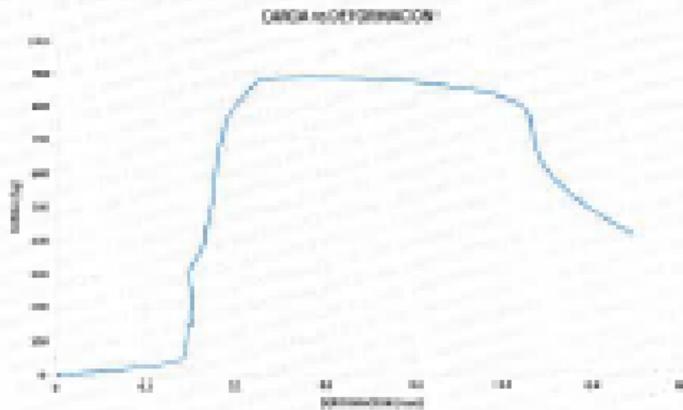
1.1. DEL GRUPO : Máquina de ensayo universal ALFRED J. AMBLER.
 Certificado de calibración: CMC 002 2017

1.2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 308.076.2012

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto, con fecha de fabricación: 19/05/2018

1.4. RESULTADOS : Fecha de ensayo: 21/05/2018

DENOMINACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DETALLE ENTRE SOPORTES (mm)	CARGA ÚNICA (kg)	DEFORMACIÓN A LA FLEXIÓN (µm/m²)	OBSERVACIONES
	ancho	altura	longitud				
VIGA DE CONCRETO	100	100	500	500	500	28	Falla en el tramo medio.



1.5. OBSERVACIONES : 1) La información referente a muestras, procedimientos, certificaciones, fecha de emisión o clasificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Emite por Técnico : Lic. J. Augusto R. / Sr. A.A.



Sr. Ing. Ana Tania Castro
 099 90 00 880000

NOTAS
 1) El laboratorio garantiza la validez de los datos de ensayo, tanto experimentalmente, como teóricamente, de conformidad con la norma NTP 308.076.2012.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1361 - Perú
 (011) 381-0340
 (011) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.unil.edu.pe



lem@unil.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM



Anexo9



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : MANUEL PERAZO
 Obra : PROYECTO MULTIMEDIALES AREAS
 Ubicación : AREAS
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 18-1076
 Resol N° : 00112
 Fecha de emisión : 21/05/2018

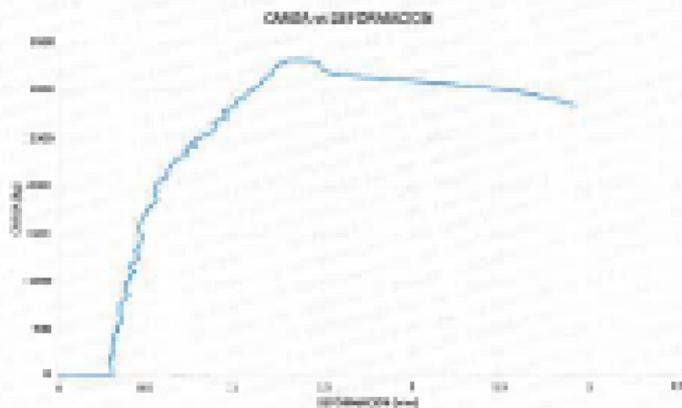
1.1. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal ALFRED J. AMBLEY
 Certificado de calibración: CRC-083-2017

1.2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 399.076.2012

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto, con fecha de fabricación: 14/05/2018

1.4. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 21/05/2018

IDENTIFICACIÓN	RESISTENCIA (MPa)			RESISTENCIA ENTRE ARMAZONES (MPa)	CARGA MÁXIMA (kg)	DEFORMACIÓN A LA MÁXIMA (µg/m²)	OBSERVACIONES
	axial	tracción	compresión				
VIGA DE CONCRETO REFORZADA CON ARMAZÓN DE ACERO Y CEMENTO	180	100	800	100	1000	74	Falla en el trazo medio.



1.5. OBSERVACIONES : La información referente al material, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Beato P.
 Técnico : Sr. A.A.

[Handwritten signature]



[Handwritten signature]

Ing. Ana Yara Cuervo
 Jefe (a) del laboratorio

NOTA : Este informe no puede considerarse el informe de ensayo, hasta tanto no se emita el certificado de ensayo.
 Los datos de ensayo se encuentran en los archivos adjuntos de este informe.



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Katari N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (011) 381-2343
 (011) 481-1072 Anexo: 4895 / 4048



www.lem.un.edu.pe



lem@un.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





«Voto de la Consiliadora del Hlar de Guay»

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LP-0543-2016

C.I. : 098-11029 Fecha de emisión : 2016-05-17 Página : 1 de 1

1. SOLICITANTE : UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA DE
OROCORDO AV. TERNAS AMARU Nº90. 2TO URB. - LIMA - PERU

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : ESCALIMETRO
MARCA : S&S INTERNATIONAL
N° DE SERIE : 15017
MODELO : SS-1488
RANGEO DE ESCALA : 0g hasta 6000g
DIVISION DE ESCALA : 2 g/mg
PROYECCION : NO INCLINADA
IDENTIFICACION : ES01-2

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN:
La calibración se realizó el día 10 de Mayo del 2016 en el laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

4. MÉTODO:
La calibración se realizó por comparación indirecta con patrones de masa y longitud que fueron trazables al SI del BIPM.

5. TABLA DE MEDICIÓN

Parámetro a	Valorado al momento	Incertidumbre de medición	Clase de exactitud	Referencia de trazabilidad	Calidad
ESCALA DIGITAL	20000g	0,1g	B	LM-0100-0010	TEST & CONTROL S.A.C.
Intercomparación	0g a 5000g a 1000g/mg 500 a 1000 mg	0,1g / 0,1 mg 0,1 mg	MPE / 0,1 mg/mg mg	17-001-2016	OROCORDO

6. CONDICIONES AMBIENTALES

CONDICIÓN	VALOR	TIPO
TEMPERATURA	23,7	23,0
HUMEDAD RELATIVA (%)	67,0%	65,0%

7. OBSERVACIONES:
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 03 del presente documento.
El equipo se encuentra apto para su uso de acuerdo a las normas máximas permitidas (MMP).
La incertidumbre de los resultados se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.
Cada línea de identificación se codificó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la insignia "CALIBRADO".
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
Se dejó a criterio del usuario el etiquetado para el equipo de acuerdo a los resultados obtenidos.



Anexo 11



Via de la Constitución - Cerro de Oro

Certificado N° : 07-0011-2014
 Página : 06/7

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

MUESTRA	INDICACIÓN DEL INSTRUMENTO	TIPO DE INSTRUMENTO DEL EQUIPO A CALIBRAR	ERROR	INCERTIDUMBRE
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
GRUPO 1	300	19,1	0,0	0,00
GRUPO 2	40,00	40,0	1,0	0,11

[] más de un promedio de 5 lecturas.

INSTRUMENTOS



Código de barras

ERROR 00

Aplicaciones N°

Fecha 2014-01

A. Carretera de Lirio N° 117 - San Miguel - Liria / Teléfono: 262-8520 / E-mail: info@testycontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DE TEST & CONTROL S.A.C.



Certificado de Calibración

LFP - 221 - 2017

ENRICAL
Instituto Tecnológico de Calicut
Kerala
Laboratorio de Física y Química

Página 1 de 4

Tipología	ISO 9001	En calibración	En calibración
Industria	INDUSTRIAS AERONAUTICAS	Industria de fabricación y de reparación de aeronaves y de sus componentes	Industria de fabricación y de reparación de aeronaves y de sus componentes
Producto	Avión Boeing 737-800	Avión Boeing 737-800	Avión Boeing 737-800
Componente de medida	RAZONES DE REDUCCIÓN (RUM)	La Dirección de Mantenimiento, Operación y Reparación de aeronaves y de sus componentes, para la calibración de los instrumentos de medida, tales como: altímetros, indicadores de velocidad, medidores de potencia, medidores de temperatura, y servomotores de control de vuelo y control de la dirección de la pista y control de la dirección del sistema de aterrizaje (ILS).	La Dirección de Mantenimiento, Operación y Reparación de aeronaves y de sus componentes, para la calibración de los instrumentos de medida, tales como: altímetros, indicadores de velocidad, medidores de potencia, medidores de temperatura, y servomotores de control de vuelo y control de la dirección de la pista y control de la dirección del sistema de aterrizaje (ILS).
Medida	1.00 a 0.00 (RUM)	1.00	1.00
Unidad	FOR: TONELADAS	FOR: TONELADAS	FOR: TONELADAS
Medida	0.00	0.00	0.00
Medida de masa	0.01	0.01	0.01
Procedimiento	ALEMANIA	ALEMANIA	ALEMANIA
Clase de Exactitud	NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE
Fecha de calibración	2017-04-27	2017-04-27	2017-04-27

Este certificado de calibración solo puede ser utilizado con propósitos de calibración y no para fines de certificación. Este certificado de calibración no garantiza la exactitud de las mediciones de los instrumentos de medida.

Fecha: 2017-04-27

Responsable del Área de Medida:




Responsable del Laboratorio:




ENRICAL
Instituto Tecnológico de Calicut
Kerala
Laboratorio de Física y Química



Certificado de Calibración

LFP - 221 - 2017

ENRICAL
Instituto Tecnológico de Calicut
Kerala
Laboratorio de Física y Química

Página 2 de 4

Método de Calibración:
Método de comparación, cuando corresponda, de acuerdo con el método de calibración establecido en el estándar internacional correspondiente.

Lugar de Calibración:
LABORATORIO DE FÍSICA Y QUÍMICA DE ENRICAL
Av. Pinar del Sur 101 - 695002
Coimbatore, India

Temperatura	20.1°C	20.1°C
Humedad	20.1%	20.1%

Aplicación:	Objeto de medida:	Dependencia de calibración:
Procedimiento de Calibración de Instrumentos de Medida (CICM)	Transferencia de la fuerza LFP 01 017 Clase 01	Comisión de Metrología de India (CMI)

Observaciones:
Este certificado de calibración se emite con el propósito de calibración y no para fines de certificación. Este certificado de calibración no garantiza la exactitud de las mediciones de los instrumentos de medida.

ENRICAL
Instituto Tecnológico de Calicut
Kerala
Laboratorio de Física y Química

Anexo14



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-082-2017**

Proveedor: : Universidad Nacional de Ingeniería
Atención: : LEM- FIC - Universidad Nacional de Ingeniería
Lugar de calibración: : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel González de la Colera " FIC - UNI - Av. Túpac Amaru N° 210 Renaco - Lima
Tipo de equipo: : Máquina de Compresión Electro-hidráulica
Capacidad del equipo: : 60000 kgf
Dirección de escala: : 100 kgf
Marca: : AMSLER
N° de serie del equipo: : 2239300
Código Interno UNI: : 66066-1
Tipo de indicador: : Analógico
Procedencia: : Bateo
Método de calibración: : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial: : 20.0 °C / 71%
Temp.(°C) y H.R.(%) final: : 19.9 °C / 70%
Patrón de referencia: : Escala de Pesas NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Montevideo N° de serie C-8284, clase A, certificado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-6264112-16
Número de páginas: : 2
Fecha de calibración: : 2017-08-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2017-08-23		

00000007

Página 1 de 4

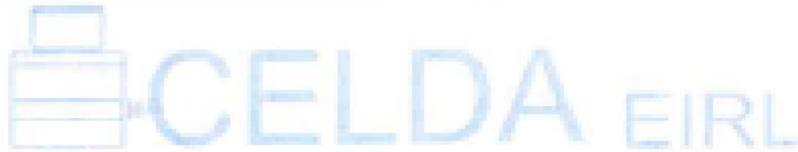
Anexo15



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión 50000 kgf.

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la pata patrón			Ponderado	Error	Incertidumbre k=2
(N)	(kgf)	1ª pesada	2ª pesada	3ª pesada			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	9000	8947	9000	8979	8991	0,4	0,1
20	18000	18052	18053	18079	18060	0,0	0,1
30	27000	26924	26848	26802	26852	0,8	0,1
40	36000	35924	35852	35802	35858	0,2	0,1
50	45000	44825	44808	44800	44854	0,2	0,1
60	54000	53925	53874	53848	53879	0,2	0,1
70	63000	62848	62820	62827	62850	-0,2	0,1
80	72000	71853	71847	71851	71874	0,2	0,1
90	81000	80825	80828	80841	80830	0,1	0,1
100	90000	89824	89848	89850	89848	0,2	0,1



Dirección de carga : Compresión 25000kgf

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la pata patrón			Ponderado	Error	Incertidumbre k=2
(N)	(kgf)	1ª pesada	2ª pesada	3ª pesada			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	2500	2477	2481	2479	2479	0,8	0,2
20	5000	4981	4992	4982	4989	0,2	0,1
30	7500	7434	7438	7438	7438	0,9	0,1
40	10000	9887	9842	9851	9877	0,2	0,1
50	12500	12488	12490	12492	12494	0,1	0,1
60	15000	15027	15019	15019	15024	-0,2	0,1
70	17500	17529	17568	17587	17554	-0,2	0,1
80	20000	19929	19924	19929	19944	0,2	0,1
90	22500	22524	22529	22522	22524	-0,1	0,1
100	25000	24981	24952	24901	24989	0,4	0,1



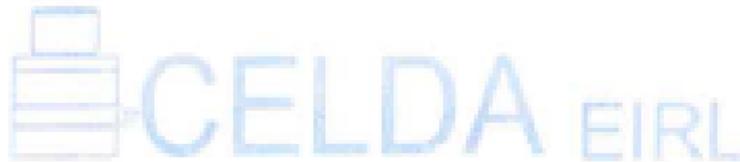
Anexo16



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión 5000 kgf.

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre
(N)	(kgf)	1ª lectura	2ª lectura	3ª lectura	(kgf)	(%)	U (%)
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	491	491	491	491	1,0	0,2
20	2000	1003	1004	1007	1008	-2,7	0,3
30	3000	1515	1511	1518	1515	-1,0	0,2
40	4000	2026	2020	2029	2025	-2,0	0,3
50	5000	2538	2531	2521	2530	-1,4	0,2
60	6000	3028	3030	3028	3028	-1,0	0,2
70	7000	3547	3538	3544	3543	-1,2	0,2
80	8000	4067	4067	4067	4066	-1,4	0,2
90	9000	4586	4586	4586	4586	-1,0	0,2
100	10000	5041	5039	5047	5040	-1,0	0,2



Dirección de carga : Compresión axial 50000kgf

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre
(N)	(kgf)	1ª lectura	2ª lectura	3ª lectura	(kgf)	(%)	U (%)
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	9000	9094	9094	9096	9091	-0,1	0,2
20	18000	18249	18237	18240	18242	-0,4	0,1
30	27000	27362	27349	27329	27360	-0,3	0,1
40	36000	36100	36100	36097	36098	-0,3	0,1
50	45000	44901	44878	44889	44900	0,1	0,1
60	54000	53750	53757	53749	53750	-0,3	0,1
70	63000	62780	62779	62749	62768	-1,3	0,1
80	72000	71820	71819	71824	71821	-0,3	0,1
90	81000	80710	80719	80730	80719	-0,3	0,1
100	90000	89951	89967	89986	89967	-0,4	0,1



080-880-017

Página 3 de 4

Anexo17

Dirección de carga : Compresión 10000 kgf.

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo	Indicación de fuerza en la tabla gálibro			Promedio	Error	Incertidumbre k=2
	1ª lectura	2ª lectura	3ª lectura			
0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	995	1001	1000	997	1,3
20	2000	2004	2003	2018	2016	-0,8
30	3000	3016	3029	3029	3024	-0,8
40	4000	4023	4033	4038	4038	-0,7
50	5000	4998	5040	5039	5033	-0,4
60	6000	6013	6082	6042	6036	-0,6
70	7000	7088	7074	7080	7080	-0,8
80	8000	8000	8027	8017	8021	-0,3
90	9000	9008	9059	9033	9048	-0,5
100	10000	10017	10028	10022	10022	-0,2

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la incertidumbre guiada por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este requiere.

El equipo se encuentra calibrado



MATRIZ DE CONSISTENCIA

REFORZAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON LAMINAS DE FIBRA DE CARBONO EN VIVIENDAS
DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR MI VIVIENDA “PARIACOTO” – LIMA 2017”

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO METODOLOGICO
<p>Problema General: ¿Cuál es la relación entre el reforzamiento de vigas de concreto armado con láminas de fibra de carbono en las casas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” Breña– Lima 2017?</p>	<p>Objetivo General: Determinar la relación entre el reforzamiento de vigas de concreto armado con láminas de fibra de carbono en casas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” Breña– Lima 2017.</p>	<p>Hipótesis General: Existe una relación positiva entre el reforzamiento de las vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” Breña– Lima 2017.</p>	<p>Variable Reforzamiento de vigas de concreto</p>	<p>Dimensiones: Resistencia Ductilidad</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: El tipo es de nivel descriptivo correlacional. POBLACIÓN la población de análisis serán todas las viviendas multifamiliares del proyecto mi vivienda del distrito de Breña – Pariacoto en el año 2017.</p>
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS			
<p>-¿Cuál es la relación entre la resistencia y las láminas de fibra de carbono en las vigas de concreto armado de las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017? -¿Cuál es la relación entre la ductilidad y el refuerzo de las vigas de concreto armado con láminas de fibras de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017? -¿Cuál es la relación entre la flexión del reforzamiento de vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017?</p>	<p>-Determinar la relación entre resistencia y las láminas de fibra de carbono en las vigas de concreto armado en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017 -Determinar la relación entre la ductilidad y el refuerzo de las vigas de concreto armado con láminas de fibras de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017 -Determinar la relación entre la flexión del reforzamiento de vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017</p>	<p>-Existe una relación positiva entre resistencia y las láminas de fibra de carbono en las vigas de concreto armado de las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017 -Existe una relación positiva entre la ductilidad y el refuerzo de las vigas de concreto armado con láminas de fibras de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017 -Existe una relación positiva entre la flexión del reforzamiento de las vigas de concreto armado con las láminas de fibra de carbono en las viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” – Lima 2017</p>	<p>Láminas fibra de carbono</p>	<p>Flexión cortante tracción</p>	<p>Muestra n: La muestra que se tomará será representativa por conveniencia del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” y serán ubicadas en las viviendas Nro. 578 del Jr. Pariacoto y Nro. 377 del Jr. Yurua, Urb. Chacra Colorada, Breña- Pariacoto Lima 2017.</p>



FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Apellido y Nombres: Peña Ponte, Wagner
D.N.I.: 73902609
Domicilio: Jr. Caluista 122 34 Sector M2-731 Lt. 38
Teléfono: Fijo: Móvil: 940217796
E-mail: wagner.ponte1675@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[] Tesis de Pregrado

Facultad: Ingeniería
Escuela: Ingeniería Civil
Carrera: Ingeniería Civil
Título: Magistero Civil

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado:
Mención:

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Peña Ponte, Wagner

Título de la tesis:

Reforzamiento de vigas de concreto armado con láminas de fibra de carbono en viviendas del proyecto multifamiliar N° vivienda "Paracoto Biosa Lima 2017"

Año de publicación: 2018 I

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento, autorizo a la Biblioteca UCV-Lima Norte, a publicar en texto completo mi tesis.

Firma: [Handwritten Signature]

Fecha: 15/09/18



ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE
TESIS

Código : FO6-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, **CORDOVA SALCEDO, Felimón Domingo**, docente de la Facultad de ingeniería y Escuela Profesional de ingeniería civil de la Universidad César Vallejo sede norte revisor (a) de la tesis titulada

“Reforzamiento de Vigas de Concreto Armado con Láminas de Fibra de Carbono en Viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda “Pariacoto” Breña – Lima 2017”, del estudiante **PEÑA PONTE, Wagner**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/La sucrita (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima 03 de julio del 2018


.....
Firma
.....
DNI: 70641031.....

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Visto bueno para
Presentar a CRAI como
recurso digital

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Yo Peña Ponte, wagner con DNI N° 73902605

domiciliado (a) en JR. CAHUEDA COMTEB 122 3RA Sector M2.131 Lt.38
(Calle / Lote / Mz. / Urb. / Distrito / Provincia / Región)

Ante Ud. con el debido respeto expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, identificado con el código de matrícula N° 6700248451, recorro a su honorable despacho para solicitarle lo siguiente :

la digitalización de mi tesis titulada " Reforzamiento de vigas de concreto armado con fibras de fibra de carbono en viviendas del proyecto multifamiliar mi vivienda " Pariacoto" Breña Lima 2017.

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponda se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima 15 de Setiembre de 2018

(Firma del solicitante)

(Firma del Coordinador de Investigación)



Documento que adjunto:

- Acta de aprobación de originalidad
- Detalles de Tesis
- Formulario de autorización de publicación
- Solicitud

Cualquier consulta por favor comunicarse conmigo al:

Teléfono: 940237796

E. mail: wagnerpeña1675@gmail.com



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

PEÑA PONTE WAGNER

TITULADO:

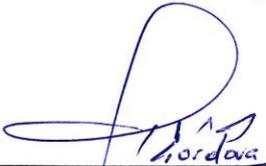
REFORZAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO CON LÁMINAS DE FIBRA DE CARBONO EN VIVIENDAS DEL PROYECTO MULTIFAMILIAR MI VIVIENDA "PARICOTO" BREÑA - LIMA 2017

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERÍA CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 17/07/2018

NOTA O MENCIÓN : 15 (Quince)



ING. FELIMÓN CÓRDOVA SALCEDO
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

Feedback Studio - Google Chrome

Es seguro | <https://ev.tumitin.com/app/carta/es/?lang=es&co=976719974&is=3&u=1063377614>

feedback studio Wagner Peña Ponte TESIS (M) PEÑA Ponte/Wagner -- /0 < > ?



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Reforzamiento de Vigas de Concreto Armado con Laminas de Fibra de Carbono en Viviendas del Proyecto Multitamiliar Mi Vivienda "Paraiso"
Brea - Lima 2017"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR
WAGNER PEÑA PONTE

ASESOR
MAG. FELIMÓN DOMÍNGO CORDOVA SALCEDO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL

PERU - 2017



Activar Windows
Ir a Configuración de PC para activar Windows.

Página: 1 de 143 Número de palabras: 20370

Text-only Report | High Resolution **Activado**