



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

TEMA: “Análisis del Diseño de Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio y su incidencia en el presupuesto de las construcciones de más de 3 pisos en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato.”

AUTOR: DIEGO RICARDO LUCIO ALVAREZ

TUTOR: ING. M. Sc. WILSON MEDINA PAZMIÑO

AMBATO – ECUADOR

2013

APROBACIÓN DEL TUTOR

APROBACIÓN DEL TUTOR

EN CALIDAD DE TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL TEMA: **“ANÁLISIS DEL DISEÑO DE VIGAS RECTANGULARES UTILIZANDO COMO REFUERZO LA FIBRA DE VIDRIO Y SU INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE MÁS DE 3 PISOS EN LA PARROQUIA LA MATRIZ DEL CANTÓN AMBATO”** del estudiante: Diego Ricardo Lucio Álvarez, Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Facultad y la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe de investigación reúne los requisitos y méritos correspondientes para ser sometida a la evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo de Pregrado.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ing. M.Sc Wilson Medina Pazmiño

Tutor

AUTORÍA

Yo, Diego Ricardo Lucio Álvarez, con C.I: 180385659-8 y egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, certifico por medio de la presente que el trabajo con el tema: **“ANÁLISIS DEL DISEÑO DE VIGAS RECTANGULARES UTILIZANDO COMO REFUERZO LA FIBRA DE VIDRIO Y SU INCIDENCIA EN EL PRESUPUESTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE MÁS DE 3 PISOS EN LA PARROQUIA LA MATRIZ DEL CANTÓN AMBATO”** es de mi completa autoría y fue realizado en el período Julio 2012 – Enero 2013.

Diego Ricardo Lucio Álvarez

AGRADECIMIENTO

La más sincera expresión de mi gratitud para el Ing. M.Sc Wilson Medina Pazmiño quien con sabiduría y paciencia, motivó la realización de este trabajo y lo dirigió con amplitud de criterio y conocimiento de causa.

DEDICATORIA

A mis padres:

A mis padres Liberto, Lupe, Nelly que son la razón de mi vida, por ser el ejemplo de sacrificio, superación y me dieron el fundamento principal para ser un hombre de bien.

A mis hermanas:

Dra. Paola Lucio y a la Ing. Verónica Ledesma que siempre están brindándome un apoyo incondicional y sincero.

A mi Sobrino:

Que es toda mi esperanza y mi tesoro que supo con su sonrisa y cariño, darme ese ánimo para seguir en mi vida estudiantil.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

Portada.....	I
Aprobación del tutor.....	II
Autoría del Proyecto de investigación.....	III
Índice general de contenidos.....	VI
Índice de tablas y figuras	IX
Resumen ejecutivo	XVII

B. TEXTO

Introducción.....	1
-------------------	---

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Tema de investigación.....	2
1.2 Planteamiento del problema	2
1.2.1 Contextualización.....	2
1.2.2 Análisis Crítico	4
1.2.3 Prognosis	5
1.2.4 Formulación del problema.....	5
1.2.5 Preguntas directrices	5
1.3 Delimitación del objeto de investigación	6
1.4 Justificación	7
1.5 Objetivos.....	8
1.5.1 General	8
1.5.2 Específicos.....	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes investigativos	10
2.2 Fundamentación filosófica	11
2.3 Fundamentación legal	11
2.4 Categorías fundamentales.....	12
2.5 Hipótesis	38
2.5.1 Unidades de observación.....	39
2.5.2 Variable	39

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Enfoque	40
3.2 Modalidad básica de la investigación	40
3.2.1 Nivel o tipo de investigación	41
3.3 Población y muestra	41
3.4 Operacionalización de variables	43
3.5 Recolección de información	45
3.6 Procesamiento y análisis	45

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados	46
4.2 Verificación de hipótesis	130

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	131
5.2	Recomendaciones.....	132

CAPÍTULO VI

6.1	Datos Informativos	133
6.2	Antecedentes.....	134
6.3	Justificación	135
6.4	Objetivos.....	135
6.5	Análisis de Factibilidad	136
6.6	Fundamentación Científico – Técnica	136
6.7	Modelo Operativo	141
6.8	Administración de la propuesta	149
6.9	Plan de Monitoreo y Evaluación.....	149

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1.	
Resumen de las propiedades de los Aceros Evaluados	11
Tabla 2.	
Malla de Fibra de Vidrio Fibacrete.....	12
Tabla 3.	
Propiedades Típicas de Fibra de Vidrio	14
Tabla 4.	
Control de Deflexiones	18
Tabla 5.	
Ensayo a tracción del alambre galvanizado (Ensayo 1)	47
Tabla 6.	
Ensayo a tracción del alambre galvanizado (Ensayo 2).....	49
Tabla 7.	
Ensayo a tracción del alambre galvanizado (Ensayo 3).....	51
Tabla 8.	
Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado (Ensayo 1) “Flexión”	53
Tabla 9.	
Viga de Hormigón con acero de refuerzo más fibra de vidrio en el “Lecho Inferior” (Ensayo 1)	55
Tabla 10.	
Viga de Hormigón con acero de refuerzo más fibra de vidrio en el “Lecho Inferior” (Ensayo 2)	52
Tabla 11.	
Viga de Hormigón con acero de refuerzo más fibra de vidrio en el “Lecho Inferior” (Ensayo 3)	57
Tabla 12.	
Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (Lecho Inferior)	61

Tabla 13.

Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado 63

Tabla 14.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Media U. Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1) 65

Tabla 15.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Media U. Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2) 67

Tabla 16.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Media U. Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3) 69

Tabla 17.

Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (Media U) 71

Tabla 18.

Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado 73

Tabla 19.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1) 75

Tabla 20.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2) 77

Tabla 21.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3) 79

Tabla 22.

Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (U. Completa) 81

Tabla 23.

Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado (Corte) 83

Tabla 24.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Los Lados Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1) 85

Tabla 25.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Los Lados Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2) 87

Tabla 26.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Los Lados Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3) 89

Tabla 27.

Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (En los Lados)..... 91

Tabla 28.

Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado (Corte) 93

Tabla 29.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio L/3 Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1) 95

Tabla 30.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio L/3 Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2) 97

Tabla 31.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio L/3 Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3) 99

Tabla 32.

Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (L/3)... 101

Tabla 33.

Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado (Corte) 103

Tabla 34.

Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1) 105

Tabla 35.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa	
Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2)	107
Tabla 36.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa	
Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3)	109
Tabla 37.	
Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (U	
Completa)	111
Tabla 38.	
PREGUNTA #1 De La Encuesta.....	122
Tabla 39.	
PREGUNTA #2 De La Encuesta.....	124
Tabla 40.	
PREGUNTA #3 De La Encuesta.....	126
Tabla 41.	
PREGUNTA #4 De La Encuesta.....	128
Tabla 42.	
Diámetro de Doblado de la Varilla	136
Tabla 43.	
Tolerancia en d	137
Tabla 44.	
Tipo Fibra de Vidrio	141
Tabla 45.	
Equivalencia de Alambre a Hierro	142
Tabla 46.	
Relación Agua/ Cemento	147
Tabla 47.	
Dosificación del Hormigón	147

Gráfico 1.	
Ensayo a tracción del alambre galvanizado (Ensayo 1)	48
Gráfico 2.	
Ensayo a tracción del alambre galvanizado (Ensayo 2).....	50
Gráfico 3.	
Ensayo a tracción del alambre galvanizado (Ensayo 3).....	52
Gráfico 4.	
Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado (Ensayo 1) “Flexión”	54
Gráfico 5.	
Viga de Hormigón con acero de refuerzo más fibra de vidrio en el “Lecho Inferior” (Ensayo 1).....	56
Gráfico 6.	
Viga de Hormigón con acero de refuerzo más fibra de vidrio en el “Lecho Inferior” (Ensayo 2)	58
Gráfico 7.	
Viga de Hormigón con acero de refuerzo más fibra de vidrio en el “Lecho Inferior” (Ensayo 3)	60
Gráfico 8.	
Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (Lecho Inferior)	62
Gráfico 9.	
Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado	64
Gráfico 10.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Media U. Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1)	66
Gráfico 11.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Media U. Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2)	68
Gráfico 12.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Media U. Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3)	70

Gráfico 13.	
Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (Media U)	72
Gráfico 14.	
Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado	74
Gráfico 15.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1)	76
Gráfico 16.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2)	78
Gráfico 17.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3)	80
Gráfico 18.	
Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (U. Completa)	82
Gráfico 19.	
Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado (Corte)	84
Gráfico 20.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Los Lados Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1)	86
Gráfico 21.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Los Lados Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2)	88
Gráfico 22.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio Los Lados Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3)	90
Gráfico 23.	
Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (En los Lados).....	92

Gráfico 24.	
Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado (Corte)	94
Gráfico 25.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio L/3 Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1)	96
Gráfico 26.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio L/3 Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2)	98
Gráfico 27.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio L/3 Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3)	100
Gráfico 28.	
Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (L/3)...	102
Gráfico 29.	
Viga de Hormigón con acero principal más refuerzo de acero, reemplazado por el alambre galvanizado (Corte)	104
Gráfico 30.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 1)	106
Gráfico 31.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 2)	108
Gráfico 32.	
Viga De Hormigón Con Acero De Refuerzo + Fibra De Vidrio U. Completa Acero Representado Con Alambre Galvanizado (Ensayo 3)	110
Gráfico 33.	
Resultados De La Viga Patrón Y Vigas Con Refuerzo De Fibra De Vidrio (U Completa)	112
Gráfico 34.	
PREGUNTA #1 De La Encuesta.....	123
Gráfico 35.	
PREGUNTA #2 De La Encuesta.....	125

Gráfico 36.

PREGUNTA #3 De La Encuesta..... 127

Gráfico 37.

PREGUNTA #4 De La Encuesta..... 129

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tiene como objetivo dar a conocer nuevos materiales para ser utilizados como refuerzo en vigas, materiales más resistentes, más livianos, más fáciles de manipular en obra, que no tengan problemas de corrosión y a su vez que sean más económicos.

Es importante conocer acerca de las ventajas en utilizar otros materiales como refuerzo, en este caso utilizamos la fibra de vidrio, material muy conocido en el mercado, pero sin ser probado como refuerzo, para lo cual en esta investigación realizamos pruebas con vigas con refuerzo de fibra de vidrio así como vigas tradicionales con refuerzo de acero.

Se debe dar a conocer que las vigas con refuerzo de fibra de vidrio, resistieron más con menos deformación que las vigas que tenían como refuerzo el acero, además que la fibra de vidrio no tiene problemas de corrosión y es un elemento más liviano y sin duda existe un ahorro en el presupuesto de las construcciones.

Esta investigación fue más de tipo práctico ya que se construyó vigas a escala, para poder manipular y transportar fácilmente, no se utilizó acero él mismo que fue reemplazado por alambre galvanizado, alambre al cual tuvimos que obtener el f_y para el los ensayos sean más cercanos a la realidad.

Finalmente se realizó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, los ensayos respectivos a las vigas, práctica que realizamos a flexión como a corte, analizamos los valores obtenidos e ingresamos a programas computacionales para los respectivos cuadros de valores así mismo de realizar Diagramas de Cargas vs Deformación de cada una de las vigas ensayadas.

La realización del presente proyecto ha seguido las normativas del código Requisitos de reglamento Para Concreto Estructural (ACI 3185-08), así como la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

INTRODUCCIÓN

Tras muchos años de construcción de estructuras a base de hormigón armado, se ha podido observar que en edificaciones, se sigue con la forma tradicional de hacer vigas, cada una de ellas con refuerzos de acero. En ingeniería y arquitectura se denomina viga a un elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión. En las vigas, la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser horizontal.

El esfuerzo de flexión provoca tensiones de tracción y compresión, produciéndose las máximas en el cordón inferior y en el cordón superior respectivamente, las cuales se calculan relacionando el momento flector y el segundo momento de inercia. En las zonas cercanas a los apoyos se producen esfuerzos cortantes o punzonamiento. También pueden producirse tensiones por torsión, sobre todo en las vigas que forman el perímetro exterior de un forjado.

Es una manera muy fácil de utilizar la fibra de vidrio como refuerzo en vigas, a más de ser un elemento liviano, sin problemas de corrosión y mucho más económico y resistente que el acero, por eso los militares utilizan la fibra de vidrio en sus experimentos de aviones ya que es más resistente y liviano.

Además de ser un material económicamente bajo, lo cual nos ayuda a aumentar el ahorro en los presupuestos realizados antes de las obras, las vigas ensayadas en ésta investigación se realizaron a escala 1: 10, los aceros les transformamos a alambre galvanizado, y la fibra de vidrio se puso en varias formas para ver en qué forma las vigas resisten más con menos deformación. Los encofrados se hicieron con tabla triplex, el hormigón se lo hizo el mismo día, a la misma hora y a la misma temperatura.

CAPITULO I

1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA: Análisis del Diseño de Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio y su incidencia en el presupuesto de las construcciones de más de 3 pisos en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA.

En ingeniería y arquitectura se denomina viga a un elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión. En las vigas, la longitud predomina sobre las otras dos dimensiones y suele ser generalmente horizontal, aunque en ocasiones puede tener inclinación respecto a la horizontal.

El esfuerzo de flexión provoca tensiones de tracción y compresión, produciéndose las máximas en el cordón inferior y en el cordón superior respectivamente, las cuales se calculan relacionando el momento flector y el segundo momento de inercia. En las zonas cercanas a los apoyos se producen esfuerzos cortantes o punzonamiento. También pueden producirse tensiones por torsión, sobre todo en las vigas que forman el perímetro exterior de un forjado.

A lo largo de la historia, las vigas se han realizado de diversos materiales; el más idóneo de los materiales tradicionales ha sido la madera, puesto que puede

soportar grandes esfuerzos de tracción, lo que no sucede con otros materiales tradicionales pétreos y cerámicos, como el ladrillo.

La madera sin embargo es material ortotrópico que presenta diferentes rigideces y resistencias según los esfuerzos aplicados sean paralelos a la fibra de la madera o transversales. Por esa razón, el cálculo moderno de elementos de madera requiere bajo solicitaciones complejas un estudio más completo que la teoría de Navier-Bernouilli.

A partir de la revolución industrial, las vigas se fabricaron en acero, que es un material isótropo al que puede aplicarse directamente la teoría de vigas de Euler-Bernouilli. El acero tiene la ventaja de ser un material con una relación resistencia/peso superior a la del hormigón, además de que puede resistir tanto tracciones como compresiones mucho más elevadas.

El acero de refuerzo es un importante material para la industria de la construcción utilizado para el refuerzo de estructuras y demás obras que requieran de éste elemento, de conformidad con los diseños y detalles mostrados en los planos y especificaciones. Por su importancia en las edificaciones, debe estar comprobada y estudiada su calidad. Los productos de acero de refuerzo deben cumplir con ciertas normas que exigen sea verificada su resistencia, ductilidad, dimensiones, y límites físicos o químicos de la materia prima utilizada en su fabricación.

Las propiedades físicas de los aceros y su comportamiento a distintas temperaturas dependen sobre todo de la cantidad de carbono y de su distribución en el hierro. Antes del tratamiento térmico, la mayor parte de los aceros son una mezcla de tres sustancias: ferrita, perlita y cementita. La ferrita, blanda y dúctil, es hierro con pequeñas cantidades de carbono y otros elementos en disolución. La resistencia y dureza de un acero que no ha sido tratado térmicamente depende de las proporciones de estos tres ingredientes. Cuanto mayor es el contenido en

carbono de un acero, menor es la cantidad de ferrita y mayor la de perlita: cuando el acero tiene un 0,8% de carbono, está por completo compuesto de perlita.

Por mucho tiempo se ha utilizado el acero como elemento principal en las construcciones, siendo el mismo uno de los principales rubros a considerar en los presupuestos de las obras, estos presupuestos están directamente con la cantidad de varilla y el diámetros de las varillas.

Por este motivo cada día los Ingenieros Civiles y Arquitectos están buscando nuevos materiales para disminuir el consumo de acero en las construcciones y se ha visto en la necesidad de hacer vigas con fibras como la fibra de vidrio, a la fibra de acero, los polímeros, etc.

La fibra de vidrio es un material fibroso obtenido al hacer fluir vidrio fundido a través de una pieza de agujeros muy finos (espinerete) y al solidificarse tiene suficiente flexibilidad para ser usado como fibra.

Sus principales propiedades son: Buen aislamiento térmico, inerte ante ácidos, soporta altas temperaturas. Estas propiedades y el bajo precio de sus materias primas, le han dado popularidad en muchas aplicaciones industriales. Las características del material permiten que la fibra de vidrio sea moldeable con mínimos recursos, la habilidad artesana suele ser suficiente para la autoconstrucción de piezas de bricolaje tales como kayak, cascos de veleros, terminaciones de tablas de surf o esculturas, etc. Debe tenerse en cuenta que los compuestos químicos con los que se trabaja en su moldeo dañan la salud, pudiendo producir cáncer.

1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO

La conformación de las Vigas es una de las partes más importantes de la construcción, ya que éstas son el nexo que permiten pasar las solicitaciones de cargas que soportan las losas a las columnas, el armado debe ser muy esencial sobre todo al poner el acero de refuerzo el mismo que debe estar en la cantidad y calidad exacta, ya que una viga sobredimensionada puede fallar e igual que una subdimensionada, la utilización de acero en vigas es muy común en nuestro mercado por la costumbre que tienen los Ingenieros, motivo por el cual el precio de la varilla sigue aumentando progresivamente, convirtiéndose en un porcentaje considerable de todas las construcciones.

1.2.3 PROGNOSIS

Es muy importante realizar la comprobación de calidad que tuvo las vigas utilizando con refuerzo la fibra de vidrio y no el acero, y ver la factibilidad, durabilidad, resistencia, presupuesto.

Ya que el acero por su importancia va a seguir subiendo su costo y así las construcciones se van hacer más caras y como es un rubro representativo muchas de las obras se van a parar por un tiempo, o muchos dueños de construcciones no harán caso a las planillas de acero de los planos estructurales y tratarán de comprar menos, poner menos varilla en los elementos estructurales o poner de menor diámetro lo cual es muy perjudicial para la obra ya que los Ingenieros diseñan el acero de acuerdo con las solicitaciones de cargas así como los momentos para los cuales deben resistir, si esto llegara a pasar ya haber mucho inconvenientes en las construcciones que podrían venirse abajo y causar pérdida de vidas humanas.

1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué Análisis de Diseño de Vigas Rectangulares se hará para que sean seguras utilizando como refuerzo la fibra de vidrio y cuál será su incidencia en el presupuesto de las construcciones de más de 3 pisos en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato?

1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES (SUBPROBLEMAS)

- ¿Cuál será el armado de las vigas utilizando como refuerzo la fibra de vidrio?
- ¿Qué resistencia deberá soportar las vigas que han utilizado la fibra de vidrio como refuerzo?
- ¿Qué presupuesto tendrán las vigas rectangulares utilizando la fibra de vidrio en comparación con las vigas rectangulares que utilizan acero?

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 DELIMITACIÓN DEL CONTENIDO

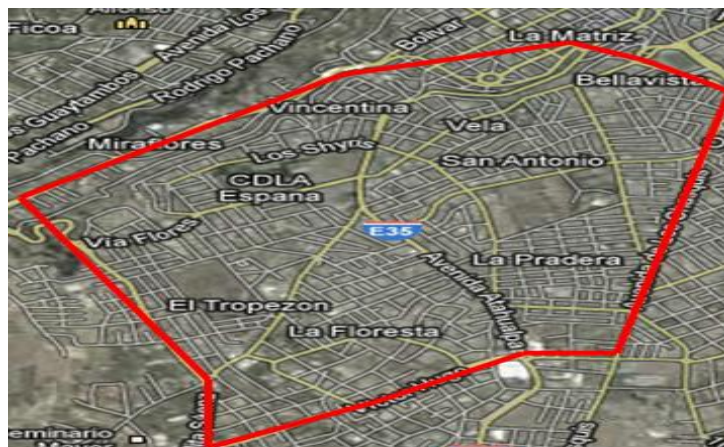
INGENIERIA CIVIL
ESTRUCTURAS
HORMIGON
ENSAYO MATERIALES

1.3.2 DELIMITACIÓN ESPACIAL

El presente estudio se realizó en la Parroquia La Matriz, ubicada en el Cantón Ambato, perteneciente a la provincia de Tungurahua Ecuador.

Para la investigación de éste proyecto que comprende sobre la utilización de la fibra de vidrio como refuerzo en las vigas se realizaron los siguientes estudios:

- Los estudios de campo: los cuales se ejecutaron en el Cantón Ambato, específicamente en la Parroquia La Matriz.
- Los estudios de laboratorio; los mismos que se los realizó en el Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato
- Los estudios de investigación: los mismos que se realizó en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato



1.3.3 DELIMITACION TEMPORAL

El estudio del presente proyecto se desarrolló durante un período de siete meses que comprende desde Junio del 2012 hasta Enero del 2013

1.4 JUSTIFICACIÓN

Es de interés personal y de muchos Ingenieros Civiles conocer sobre nuevos materiales para utilizar como refuerzo en las vigas y en los distintos elementos estructurales, por el costo que día tras día aumenta el acero, el presente trabajo se enfocó en la utilización de la fibra de vidrio como material para el refuerzo de las vigas, un material fácil de manejar y más económico que del acero. El resultado de la presente investigación es muy factible para que Ingenieros Civiles y Arquitectos utilicen a la fibra de vidrio en sus distintas construcciones, conociendo que si es factible realizarlo, comprobar si las vigas armadas con fibra de vidrio cumplen con las normas internacionales, si van a soportar cargas, momentos y ver si no afecta en la composición del núcleo mismo de la viga.

Se está consciente que la utilización de la fibra de vidrio disminuyó los costos en los presupuestos de las obras, pero esto comparado con la seguridad de las personas que van a pasar el mayor de su tiempo en la estructura no tiene valor, vamos a comprobar si la utilización de fibra de vidrio es beneficioso o maligno para la estructura de las vigas, muchos Ingenieros Civiles están preocupados por el aumento progresivo del acero, lo cual buscan materiales pero no se atreven a investigar si el material que tienen en mente va a poder soportar los diversos efectos que deberán actuar sobre éste.

Se pudo encontrar un armado de vigas utilizando fibra de vidrio que cumplan con las normas y poder hacer estructuras más seguras y económicas las mismas que podrán resistir las cargas para las cuales están diseñadas así como la furia de la naturaleza, que no sabremos cuando pueda llegar a afectar, es mejor estar preparados y con estructuras sismo-resistentes confiables, haremos que la comunidad de Ambato pueda confiar en los profesionales (Ingenieros Civiles), que estamos saliendo de nuestro querido Cantón y así poder ayudar al país en su progreso con Estructuras seguras.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVOS GENERALES

Analizar el Diseño de Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio y su incidencia en el presupuesto de las construcciones de más de 3 pisos en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el Armado que deberán tener las Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio.
- Estudiar si las vigas rectangulares que han utilizado fibra de vidrio como refuerzo cumplen con el código (ACI 318) con las resistencias mínimas que debe soportar las vigas.
- Determinar el porcentaje de ahorro en el presupuesto usando vigas rectangulares con refuerzo de fibra de vidrio en comparación con el uso de vigas rectangulares con refuerzo de acero.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS:

Del libro “INFORMACIÓN TECNOLÓGICA” se concluye:

- Las fibras de vidrio presentan grandes ventajas, tales como sus elevadas prestaciones mecánicas, su buen comportamiento frente a la corrosión y su facilidad y rapidez de puesta en obra.

Autor: José O. Valderrama

Del libro “MECÁNICA DE MATERIALES”

- Las vigas hechas de plástico reforzadas con fibra reemplazarán a muchas con refuerzos de acero, porque su peso es la cuarta parte del peso del acero y son resistentes a la corrosión.

Autor: R.C. Hibbler

De la tesis N° 151 de 2007 (F.C.I) con el tema: “Refuerzo y Reparación de Vigas de Hormigón Armado mediante el uso de Fibra de Vidrio y Resinas Epóxicas”

- Los refuerzo de materiales compuestos, en el caso específico fibra de vidrio con resinas epóxicas, son un excelente material de reparación y refuerzo en estructuras de hormigón.
- Hay una mayor capacidad resistente en el elemento, esto aún que son elementos muchas más livianos y de fácil instalación, le confieren mayores ventajas en comparación a los métodos llamados “tradicionales”.

Autor: José Norberto Funes

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

Se vuelve necesario buscar nuevos elementos con propiedades físicas y mecánicas adecuadas para que estos elementos sean utilizados como refuerzo en elementos estructurales ya que el costo del acero cada día aumenta.

En la actualidad muchos profesionales empezaron a utilizar la fibra de vidrio como refuerzo en elementos estructurales ya que el peso de las vigas se disminuye en la cuarta parte de las vigas de acero, y como las vigas son las que transmiten los esfuerzos a las columnas, están van a necesitar menos armadura para soportar las cargas que deben soportar.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Resumen de las Propiedades de los Aceros Evaluados

TABLA #1

Especificación ASTM		Mínimo (ksi)	Media (ksi)	Máximo (ksi)
ASTMA36	Esfuerzo de Fluencia	36.00	47.12	63.00
	Resistencia a la Tensión	51.00	64.76	84.00
	F _y /F _u (%)	56.00	73.00	98.00
ASTMA572 Gr 50	Esfuerzo de Fluencia	49.00	55.36	70.00
	Resistencia a la Tensión	67.00	82.26	94.00
	F _y /F _u (%)	59.00	67.00	82.00
ASTMA588 Gr 50	Esfuerzo de Fluencia	50.00	58.38	73.00
	Resistencia a la Tensión	71.00	81.26	90.00
	F _y /F _u (%)	62.00	72.00	87.00

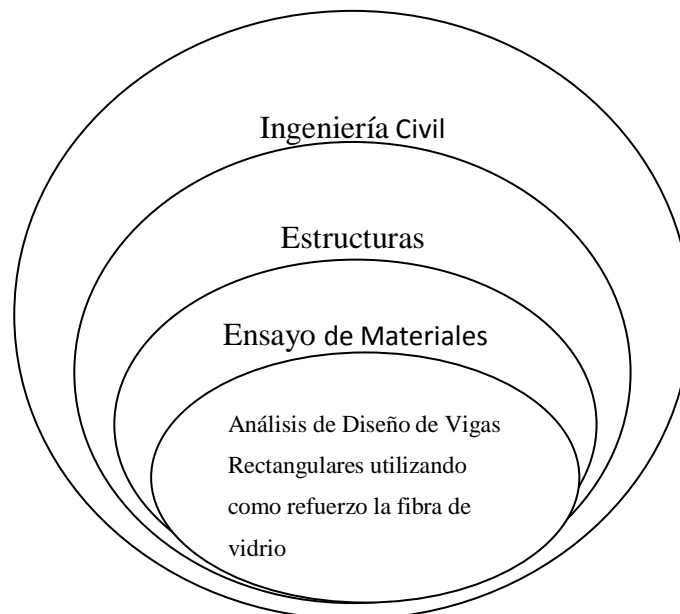
MALLA DE FIBRA DE VIDRIO *FIBACRETE 0040/2718*

TABLA #2

PROPIEDADES	VALORES
Construcción (ASTM D- 3775)	
Trama	24 hilos cada 10 cm
Urtiembre	23 hilos cada 10 cm
Peso (ASTM D 3776)	152 gr por mt ²
Apresto	Resistente a la alcalinidad
Tacto	Suave
Espero (ASTM D- 1777)	0,39mm
Resistencia a la Tracción (ASTM D-5035)	
Trama	665n/2,54cm
Urdiembre	890n / 2,54cm
Ancho	970 mm

2.4. RED CATEGORÍAS FUNDAMENTALES:

Variable Independiente: **Análisis de Diseño de Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio**



FIBRA DE VIDRIO

El vidrio es la fibra más utilizada, siendo además la de menor costo. Los Materiales compuestos reforzados con fibras de vidrio tienen las siguientes características favorables:

- Buena relación resistencia/peso;
- Buena estabilidad dimensional;
- Buena resistencia al calor, al frío, a la humedad y a la corrosión y
- Buenas propiedades aislantes eléctricas.

Las tres clases más importantes de vidrio utilizado para fabricar fibras para materiales compuestos son los vidrios E para usos eléctricos, los vidrios S para refuerzos extremos y los C para resistencia a la corrosión.

De las tres fibras, la E-VIDRIO es la materia del refuerzo más común utilizada en estructuras civiles. Se produce de borosilicato de calcio y de aluminio que se obtiene fácilmente debido a la abundancia de materias primas como la arena, de esta manera estos materiales son los más utilizados en la fabricación de fibras continuas.

El vidrio E no modificado tiene una resistencia a la tracción de 3,44 GPa y un módulo de elasticidad de 72,3 GPa.

Los vidrios S tienen una relación resistencia/peso más alta y son más caros que los vidrios E. Estos vidrios se utilizan principalmente en aplicaciones militares y aeroespaciales.

TABLA #3

Propiedades Típicas*	E-Glass	S-Glass
Densidad (g/cm ³)	2.60	2.50
Modulo de Young (GPa)	72	87
Tensión Admisible (GPa)	1.72	2.53
Tensión de Alargamiento (%)	2.4	2.9

*Según Tang, 1997

Las fibras de vidrio, desarrolladas en la forma de tejidos de distintos tamaños, permiten que, unido a la alta resistencia a la tracción de éste material y la posibilidad de adaptarse a distintas formas arquitectónicas junto al desarrollo de resinas epóxicas como puente de adherencia y elemento de terminación y protección, se puedan resolver numerosos problemas de daños con increíble facilidad y eficiencia.

PROCESO DE FABRICACION DE FIBRAS DE VIDRIO

Las fibras de vidrios se producen estirando monofilamentos de vidrio provenientes de un horno que contiene vidrio fundido y reuniendo un gran número de estos filamentos para formar un cordón de fibra de vidrio (Smith, 2000).

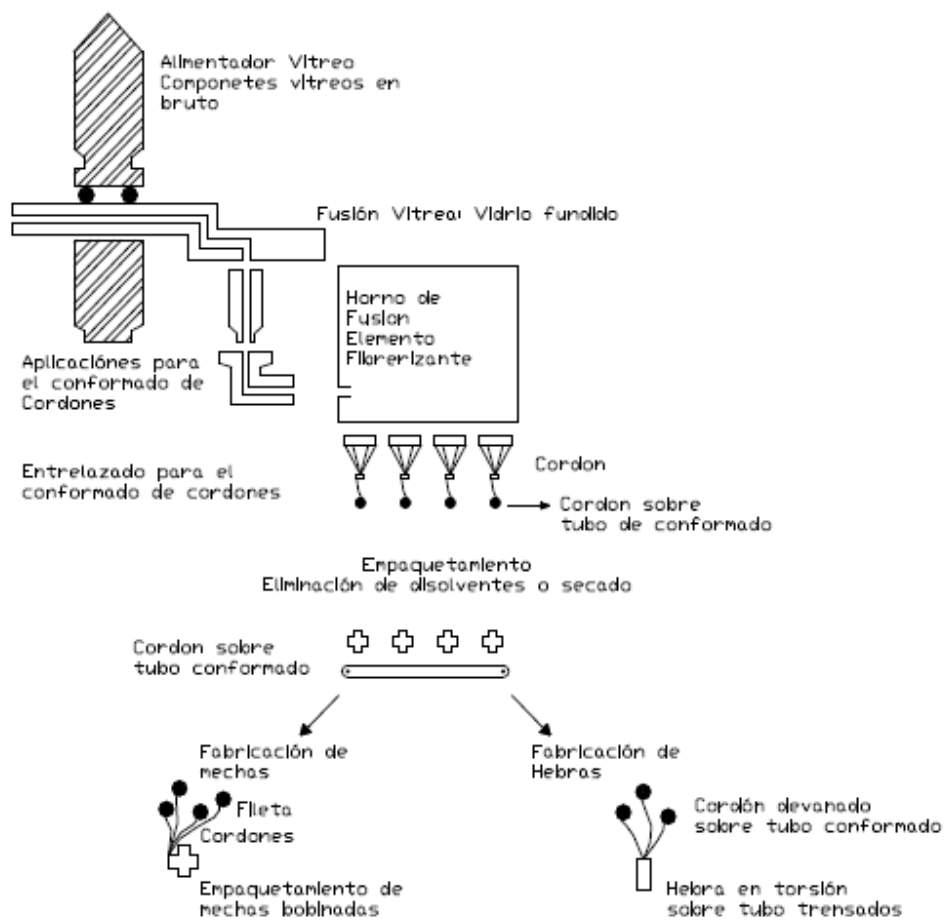


Fig 2.8.-Proceso de manufactura de Fibra De vidrio (M.M.Schwartz. "Composite Materials Handbook")

VIGAS RECTANGULARES SIMPLEMENTE ARMADAS

Una viga de concreto es rectangular, cuando su sección transversal en compresión tiene esa forma, es simplemente armada, cuando sólo tiene refuerzo para tomar la componente de tensión ó tracción del par interno.

En general, en una viga la falla puede ocurrir en dos formas:

Una de ellas se presenta cuando el acero de refuerzo alcanza su límite elástico aparente o límite de fluencia f_y ; sin que el concreto llegue aún a su fatiga de ruptura $0.85 f'_c$.

La viga se agrietará fuertemente del lado de tensión empujando al eje neutro hacia las fibras más comprimidas, lo que disminuye el área de compresión, aumentando las fatigas del concreto hasta presentarse finalmente la falla de la pieza. Estas vigas se llaman “Subreforzadas” y su falla ocurre más o menos lentamente y va precedida de fuertes deflexiones y grietas que la anuncian con anticipación.

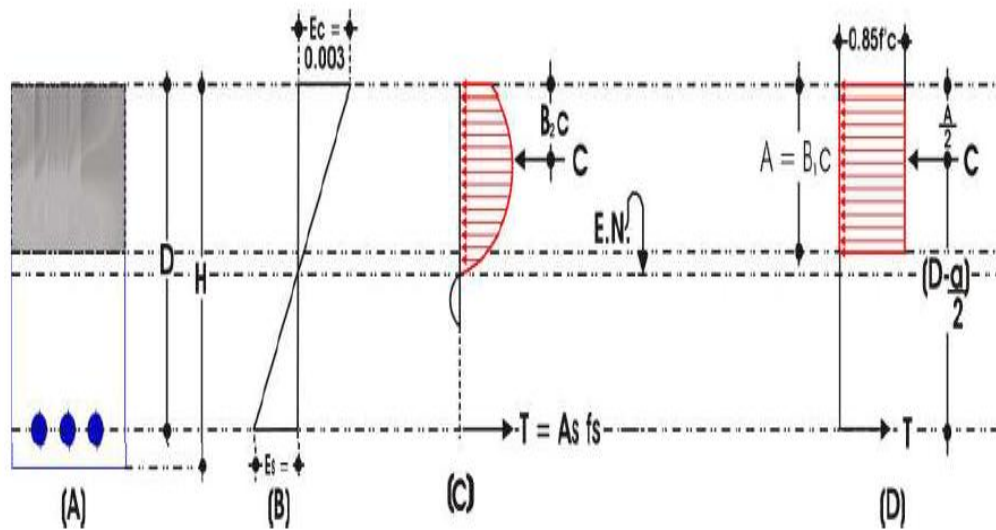
El segundo tipo de falla se presenta cuando el concreto alcanza su límite $0.85 f'_c$ mientras que el acero permanece por debajo de su fatiga f_y . Este tipo de falla es súbita y prácticamente sin anuncio previo, la cual la hace muy peligrosa. Las vigas que fallan por compresión se llaman “Sobrereforzadas”.

Puede presentarse un tipo de viga cuya falla ocurra simultáneamente para ambos materiales, es decir, que el concreto alcance su fatiga límite de compresión $0.85 f'_c$, a la vez que el acero llega también a su límite f_y . A estas vigas se les da el nombre de “Vigas Balanceadas” y también son peligrosas por la probabilidad de la falla de compresión.

Para evitar las vigas sobre reforzadas y las balanceadas, el reglamento del ACI 318-02 limita el porcentaje de refuerzo al 50% del valor correspondiente a las secciones balanceadas.

El momento último resistente de una viga rectangular puede deducirse de la siguiente manera:

$$C = T \quad \text{en consecuencia:} \quad 0.85 f'_c b c = A_s F_y$$



Límites para el Espaciamiento del Refuerzo en Vigas

En cuanto a la separación de las varillas en vigas, el reglamento del A.C.I. 318-04 recomienda lo siguiente:

- La distancia libre entre barras paralelas no debe ser menor que: El diámetro nominal de las barras: 1.3 veces el tamaño máximo del agregado grueso ò 2.5 cm.
- Cuando el refuerzo paralelo se coloque en dos o más capas, las varillas de las capas superiores, deben colocarse exactamente arriba de las que están en las capas inferiores, con una distancia libre entre ambas; no menor de 2.5 cm.

Deflexiones en Vigas

El cálculo de deflexiones tiene dos aspectos:

Por un lado, es necesario calcular las deflexiones de miembros estructurales bajo cargas y condiciones ambientales conocidas.

Por otro lado, deben establecerse criterios sobre límites aceptables de deflexiones.

El problema de calcular las deflexiones de miembros de estructuras reales es aún más difícil que el de estimar las deflexiones de vigas ensayadas en laboratorios.

Los siguientes son algunos de los factores que lo complican. El comportamiento del concreto es función del tiempo y, por consiguiente en cualquier enfoque riguroso debe de tenerse en cuenta la historia de carga del miembro investigado. En la práctica esto no es posible generalmente, ya que las condiciones de carga son muy variables, tanto en magnitud como en el tiempo de aplicación.

También son difíciles de predecir las variaciones de humedad y temperatura con el tiempo, las cuales tienen influencia sobre las deflexiones a largo plazo.

Control de Deflexiones

El reglamento A.C.I. 318-04 permite prescindir del cálculo de deflexiones de vigas y de losas que trabajan en una dirección siempre que se satisfagan los peraltes no perjudique a elementos no estructurales.

Peraltes totales mínimos de vigas y losas que trabajan en una dirección cuando no se calculan las deflexiones y cuando las deformaciones de dichos elementos no perjudican a elementos no estructurales.

TABLA #4

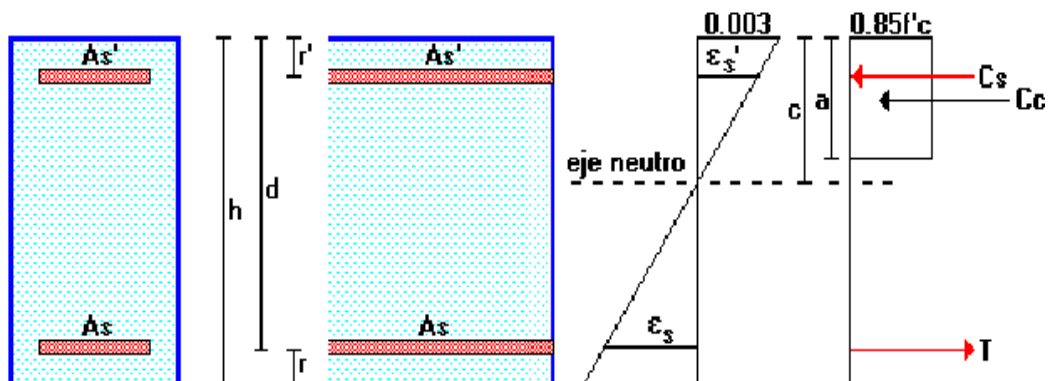
elemento	Libremente apoyada	Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	voladizo
Losas macizas	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas y losas nervuradas	L/16	L/18.5	L/21	L/8

VIGAS DOBLEMENTE REFORZADAS

Las secciones de las vigas doblemente reforzadas tienen acero de refuerzo tanto en la cara de tensión como en la de compresión, por lo general únicamente donde existe un apoyo en la viga.

Las vigas doblemente reforzadas son necesarias cuando se restrinja el peralte de éstas, debido a limitaciones arquitectónicas en el centro del claro o porque la sección en el centro del claro, no es suficiente para soportar el momento negativo que se presenta en el apoyo, aun cuando se aumente de manera suficiente el acero de tensión en dicho apoyo. Así la mayoría de las varillas inferiores en el centro del claro se prolongan y anclan de manera apropiada en los apoyos para que actúen como refuerzo a compresión y reforzar adecuadamente en la cara de tensión (arriba) de la viga en el apoyo con el área de acero necesaria.

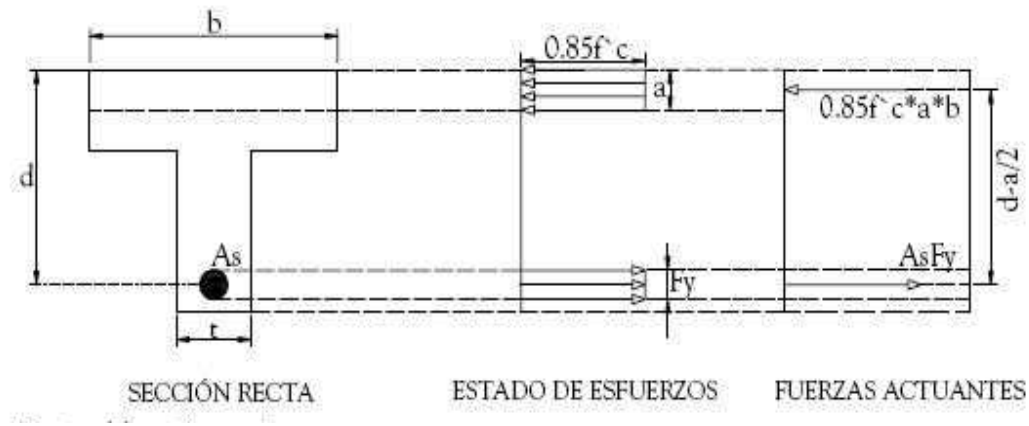
Para analizar o diseñar una viga con refuerzo de compresión A_s' , se hace una división en dos partes a la sección como es nuestra en la siguiente figura:



VIGAS EN SECCION "T"

Uno de los sistemas de piso más comúnmente utilizando en estructuras de concreto, consiste en vigas que soportan losas de concreto coladas monolíticamente con ellas.

Se forman así las llamadas viga “T”.



Si se trata de vigas libremente apoyadas, las recomendaciones de la tabla anterior que fijan relaciones peralte / claro, pueden servir para una estimación preliminar de dimensiones.

En una viga “T” se le llama “patín” a la parte de la losa que la forma y “nervio” o “nervadura” al alma de la misma.

Resulta difícil de determinar con exactitud, el ancho b del patín ya que los esfuerzos de compresión que se presentan son máximos en el eje de simetría de la sección y disminuyen asintóticamente a medida que se alejan de dicho eje, así como se ilustra en la figura.

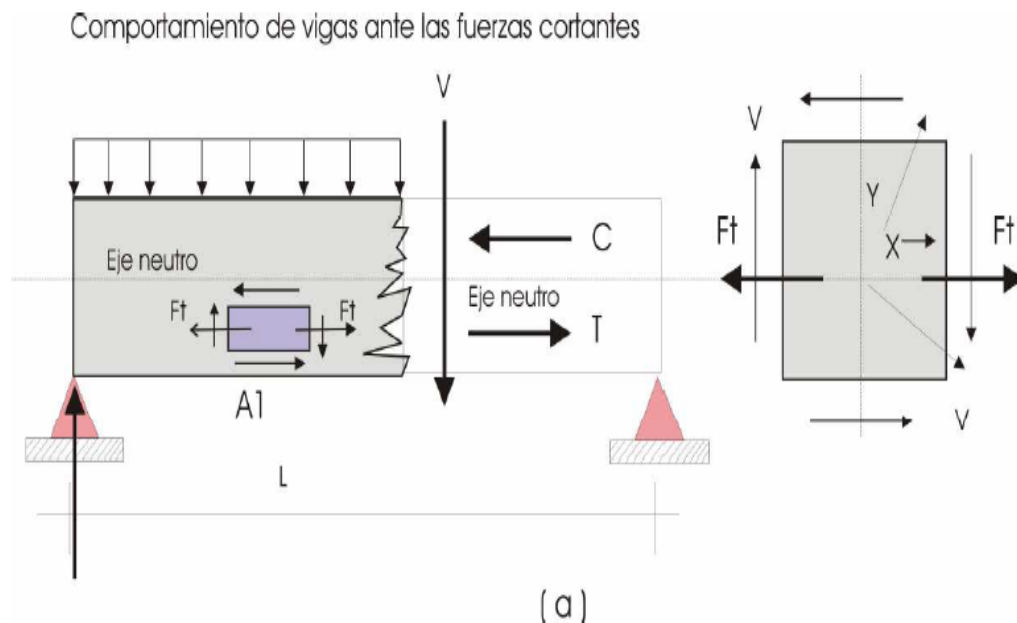
CORTANTE EN VIGAS.

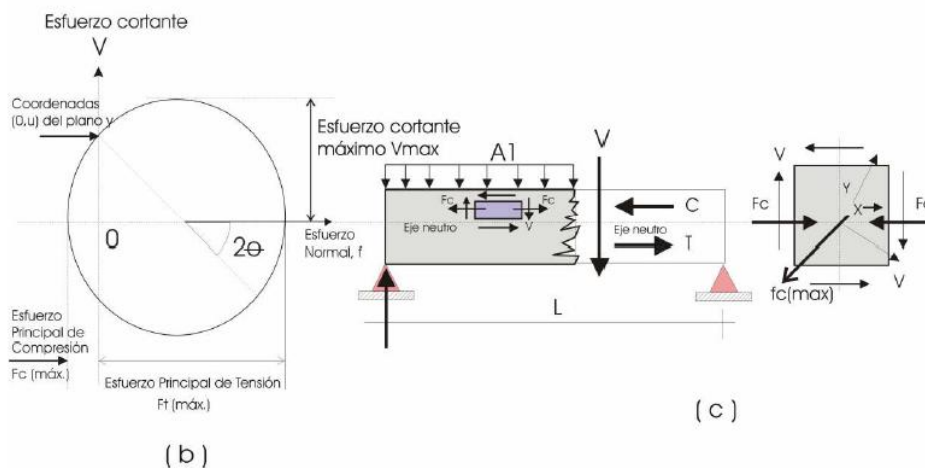
En este tema se presentan procedimientos para el análisis y diseño de vigas de concreto reforzado para resistir las fuerzas cortantes que resultan de las cargas externas aplicadas. El diseño por cortante es de principal importancia en las estructuras de concreto debido a que la resistencia a tensión del concreto es considerablemente menor que la compresión.

El comportamiento de las vigas de concreto reforzado en el instante de falla por cortante es muy diferente a su comportamiento por flexión. La falla es repentina. Sin suficiente aviso previo y las grietas diagonales que se desarrollan son más amplias que las de flexión.

Debido a la naturaleza frágil de dichas se deberán diseñar secciones que sean suficientemente fuertes para resistir las cargas transversales externas factorizadas sin que se alcance su capacidad de resistencia a cortante, o sea se deberán de diseñar los elementos para que fallen en forma dúctil (ante cargas últimas) antes que se presente una falla frágil por cortante o tensión diagonal.

Para visualizar el efecto de la fuerza cortante es útil recordar algunos conceptos elementales de la mecánica de los materiales, ya que, a niveles de carga bajos y antes de la aparición de grietas, el comportamiento del concreto reforzado se asemeja al de un material homogéneo y elástico. El estudio se limita al caso de elementos que el estado de esfuerzos puede suponerse como un estado de esfuerzos planos.





REFUERZO MINIMO POR CORTANTE

El refuerzo por cortante restringe el crecimiento del agrietamiento inclinado y, por consiguiente aumenta la ductilidad y advierte el peligro de falla. De lo contrario, en un alma sin esfuerzo, la súbita formación de agrietamiento inclinado podría conducir directamente a una falla repentina. Este esfuerzo resulta de gran valor si una viga es sometida a una fuerza de tensión imprevista, o una carga catastrófica. Por lo tanto, se quiere un área mínima de refuerzo por cortante no menor que la especificada por la ecuación (I), siempre que la fuerza cortante factorizada, V_u , sea mayor que de la resistencia al cortante proporcionada por el concreto.

(I)

$$A_v \min = \frac{3.5 * b * S_{máx}}{f_y}$$

LIMITES DE SEPARACIÓN PARA EL ESFUERZO POR CORTANTE

El reglamento ACI 318-02 limita la separación del refuerzo transversal cuando este se considera necesario. En general, se trata de impedir que pueda desarrollarse una grieta inclinada a 45° sin que sea interceptada por una barra en la zona comprendida en el esfuerzo de tensión y el semiperalte efectivo del elemento.

Este reglamento especifica al respecto que la separación de estribos perpendiculares al eje de longitudinal de un elemento no exceda de $d/2$ ni de 60 cm.

TORSIÓN EN VIGAS

En las vigas, es muy común la existencia de acciones torsionantes debido al carácter monolítico de las mismas.

Cabe aclarar que estas acciones torsionantes se presentan casi siempre en la combinación con acciones de flexión, fuerza cortante y fuerza normal. En algunos casos, los efectos de la torsión son secundarios en comparación con los efectos producidos por otras acciones, y por esto suelen despreciarse en el diseño. Sin embargo, a veces la torsión puede ser la acción dominante. O al menos tener un efecto lo suficientemente importante para no poder ignorarla sin que la estructura sufra daños.

El problema de la torsión tiene dos aspectos:

El primero consiste en la determinación de los momentos torsionantes que actúan sobre los elementos de una estructura, y el segundo, en la determinación de la resistencia de los elementos.

La determinación de momentos torsionantes es un problema de análisis estructural que no ha recibido la misma atención que el cálculo de momentos flexionantes y fuerzas cortantes. Esto se debe, a que se han menospreciado los efectos de torsión y de que no se disponía de medios para evaluar en forma precisa la rigidez torsionante de los elementos de concreto reforzado, dato necesario para el análisis de estructuras continuas.

Gracias al resultado de numerosas investigaciones, es posible calcular con suficiente precisión para fines prácticos, la resistencia a torsión y a combinaciones de torsión, fuerza cortante y momento flexionantes de los elementos, así como su rigidez a torsión. Al igual que en el caso de la tensión diagonal, el conocimiento actual sobre el problema es en gran parte empírico.

TIPO DE FALLAS

FALLAS POR FLEXIÓN

La falla puede ocurrir en las vigas debido a una de varias causas, de las cuales se ofrece una lista a continuación. Aunque estos modos de falla se exponen primariamente con referencia a las vigas de material dúctil, en sus aspectos generales son aplicables a cualquier material.

- La viga puede fallar por cedencia de las fibras extremas. Cuando el punto de cedencia es alcanzado en las fibras extremas, la deflexión de la viga aumenta más rápidamente con respecto a un incremento de carga; y si la viga tiene una sección gruesa y fuerte o está firmemente empotrada de tal modo que no pueda torcerse o flambearse, la falla se verifica con un pandeo gradual que finalmente se torna tan grande que la utilidad de la viga como miembro sustentante queda destruida.
- En una viga de largo claro, las fibras en compresión actúan de manera similar a aquellas en compresión de una columna, y la falla puede tener lugar por flambeo. El flambeo, el cual generalmente ocurre en dirección lateral, puede deberse ya sea a la causa primaria o secundaria de la falla.
- En una viga en la cual el esfuerzo flexionante excesivo sea la causa primaria de la falla y en la cual la viga no esté firmemente sostenida contra el flambeo lateral, el sobreesfuerzo puede ser rápidamente seguido por el colapso de la viga debido al flambeo lateral, ya que la estabilidad lateral de la viga es considerablemente disminuida si sus fibras extremas son

esforzadas hasta el punto de cedencia. El flambeo lateral puede ser una causa primaria de la falla de la viga, caso en el cual el esfuerzo en las fibras no alcanza la resistencia hasta el punto de cedencia del material antes de que el flambeo ocurra. El flambeo frecuentemente limita la resistencia de las vigas angostas.

- La falla de los miembros de alma delgada, como una vigueta, puede ocurrir debido a los esfuerzos excesivos en el alma o por el flambeo del alma bajo los esfuerzos compresivos diagonales que siempre acompañan a los esfuerzos cortantes. Si el esfuerzo cortante en el alma alcanza un valor tan alto como en de la resistencia del punto de cedencia del material en corte, la falla de la viga puede esperarse y la manera de la falla probablemente derivará de alguna acción de flambeo o torsión secundaria. El esfuerzo compresivo ordinario que siempre acompaña al cortante puede alcanzar un valor tan alto que el flambeo del alma de la viga constituya una causa primaria de la falla. El peligro de la falla en el alma como una causa primaria de la falla de la viga existente, en general, solamente para las vigas cortas con alma delgada.

- En aquellas partes de vigas adyacentes a los datos de apoyo que transmiten las cargas concéntricas o las reacciones las vigas, pueden establecer esfuerzos compresivos altos, y en las vigas I o canales el esfuerzo local en aquella parte del alma más cercana a un lado de apoyo puede tornarse excesivo. Si este esfuerzo local excede la resistencia contra el punto de cedencia del material en la unión del alma y el patín, la viga puede fallar primariamente debido a la cedencia de la parte Fuente: www.geocities.com

- La falla de las vigas de material quebradizo como el hierro fundido y el concreto simple siempre ocurre por ruptura súbita. Sin embargo cuando se acerca al momento de la falla, el eje neutro se desplaza hacia el canto en la compresión y tiende así a reforzar la viga, la falla finalmente ocurre en las

fibras tensadas porque la resistencia a la tensión de estos materiales es únicamente una fracción de la resistencia y a la compresión es de aproximadamente 25% para el hierro fundido y 10% para el concreto.

FALLA BALANCEADA

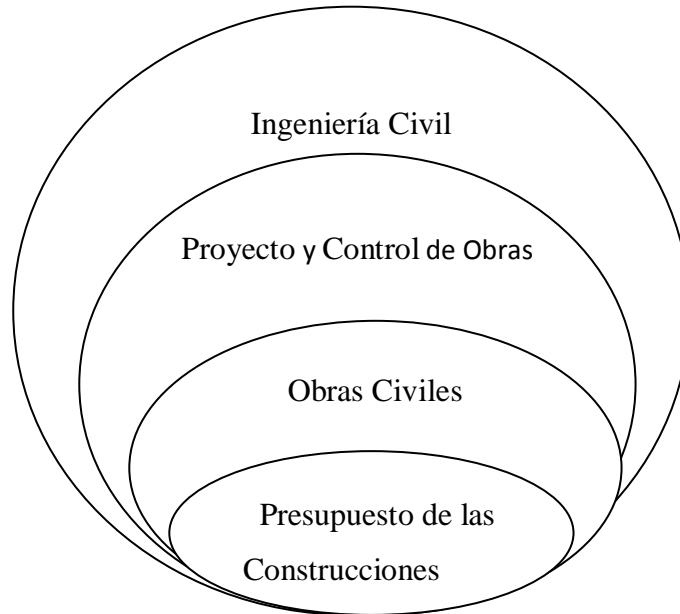
La falla balanceada ocurre cuando simultáneamente el acero llega a su esfuerzo de fluencia y el concreto alcanza su deformación máxima de 0.003 en compresión. Este criterio es general y se aplica a secciones de cualquier forma sin acero de compresión o con él.

En elementos a flexión que formen parte de sistemas que deban resistir fuerzas sísmicas, el área máxima de acero de tensión será 50% de la correspondiente a falla balanceada. Este último límite rige también en zonas afectadas por articulaciones plásticas.

FALLA POR COMPRESIÓN

Se presenta cuando el concreto alcanza su límite $0.85 F_c$ mientras que el acero permanece por debajo de su fatiga F_y . Este tipo de falla es súbita y prácticamente sin anuncio previo, la cual la hace muy peligrosa. Las vigas que fallan por compresión se llaman “Sobrerreforzadas”.

Variable Dependiente: **Presupuesto de las Construcciones**



PRESUPUESTO

Se entiende por presupuesto de una obra o proyecto la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla, a cuyo fin se tomó como base la experiencia adquirida en otras construcciones de índole semejante. La forma o el método para realizar esa determinación es diferente según sea el objeto que se persiga con ella.

Cuando se trata únicamente de determinar si el costo de una obra guarda la debida relación con los beneficios que de ella se espera obtener, o bien si las disponibilidades existentes bastan para su ejecución, es suficiente hacer un presupuesto aproximado, tomando como base unidades mensurables en números redondos y precios unitarios que no estén muy detallados. Por el contrario, este presupuesto aproximado no basta cuando el estudio se hace como base para financiar la obra, o cuando el constructor la estudia al preparar su propuesta,

entonces hay que detallar mucho en las unidades de medida y precios unitarios, tomando en cuenta para estos últimos no sólo el precio de los materiales y mano de obra, sino también las circunstancias especiales en que se haya de realizar la obra. Esto obliga a penetrar en todos los detalles y a elaborar precios unitarios partiendo de sus componentes.

COSTOS INDIRECTOS

Fundamentos del costo

La palabra costo tiene varios significados, en función de muchas circunstancias. El tipo de concepto de costo que debe aplicarse depende de la decisión que haya de tomarse en la empresa.

En los registros financieros provenientes de la función contable de la empresa, se procura describir lo que ha acontecido en el pasado; en cambio, los conceptos de las decisiones acertadas sobre el costo tienen por meta proyectar lo que se espera acontezca en el futuro a consecuencia de las formas discrecionales de actuar. Más aún, las diferentes combinaciones de los elementos del costo se adaptan a diversos tipos de problemas administrativos. Empero, es preciso tener siempre presente que el punto de vista del contador y el del analista de la economía es opuesto; uno es historiador y el otro adivino.

Considérese por un instante los diferentes tipos de factores productivos que utiliza una empresa para obtener el bien que elabora. Algunos de éstos factores los compra en el mercado cuando los necesita y los incorpora totalmente al producto. El costo de estos factores es simplemente el precio que se ha pagado por ellos en el mercado.

Otros factores - los factores en propiedad, como puede ser el edificio de la fábrica, el equipo de transporte o la maquinaria - la empresa los ha comprado hace mucho tiempo y son de una naturaleza tal, que su utilización dura varios periodos productivos. El costo que en su tiempo tuvieron estos factores no será, en general, el mismo que tendrán hoy. Lo que es más, puede ser que a la vista de las condiciones económicas hoy existentes, la decisión de adquirir aquellos factores no se hubiera tomado, pues los fondos necesarios para adquirirlos podrían tener hoy más rentabilidad en otro sector.

COSTOS DIRECTOS

El costo directo se define como: "la suma de materiales, mano de obra y equipo necesario para la realización de un proceso productivo". El Costo Directo puede representarse por medio de una fórmula general como sigue:

$$(ax + by + cz + \dots + \lambda d) = C.D.$$

Donde se consideran variables: x, y, z, ...d

Siendo variables condicionadas: a, b, c, ...l

Como variables se considera el valor de los materiales, el valor de la mano de obra y el valor de los equipos; como variables condicionadas se considera las cantidades que se consumen de cada uno de estos integrantes, esto es, la parte que representan dentro de un Costo Directo.

También se puede aceptar que, las variables condicionadas pueden convertirse en constantes para una obra específica, o para un rango de obras promedio. Las variables de cantidades de materiales, de materiales, de mano de obra y de equipo,

también pueden ser constantes para un tiempo determinado. En resumen: "Las variables lo serán en función del tiempo de aplicación", y "Las variables condicionadas, lo serán en función del método constructivo, tipo de construcción y de la tendencia estadística".

Si en un costo determinado se llegara a convertir: "a", "b", "c", etcétera, en constantes, determinadas por valores promedio estadísticos, se tendría controlado una gran parte del proceso productivo y se podría con mayor seguridad presuponer costos a tiempo inmediato y mediato, ya que, como su nombre lo indica, "presupuesto" no es otra cosa que anticipar una serie de suposiciones con tendencias controladas a un tiempo inmediato. Cuando se utiliza el término "antepresupuesto" se está queriendo decir con esto, que las suposiciones son aun tiempo mediato. Por lo tanto, el presupuesto ideal sería aquel que estuviese integrado por variables controladas, que al serlo se convierten en constantes.

Fuente: Ing. Carlos García

REAJUSTE DE PRECIOS

Valor adicional a un precio inicial que se produce por el incremento de los costos de los insumos que interviene en la obra en el transcurso del tiempo. Valor que trata de compensar la pérdida del poder adquisitivo de la moneda entre la fecha de negociación y la fecha de pago.

FORMULA GENERAL

$$Pr=Po(p1 B1/Bo + p2 C1/Co + p3 D1/Do ++ pn Z1/Zo + px X1/Xo)$$

VALOR DE REAJUSTE DE PRECIOS

$$Vr = Pr - Po$$

Índice de precios.- Número que se obtiene de dividir el precio de un componente principal, en una fecha determinada, para el precio del mismo componente en el período base, multiplicado por cien.

Índice de precios al consumidor.- Es el indicador estadístico de la evolución del conjunto de precios de los bienes y servicios que compran las familias del área urbana del país, publicado mensualmente por el INEC

Índice de Materiales de Construcción.- Es el índice unificado de precios del INEC calculada por cada tipo de obra, tomando en cuenta los materiales considerados por las respectivas entidades del sector público como componentes no principales.

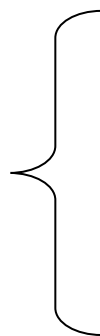
Metodología de cálculo de coeficientes.- Se requiere del presupuesto de la obra y los análisis de los precios de todos los rubros que forman parte de la obra.

Metodología de cálculo de cuadrilla tipo.- La cuadrilla tipo es la relación existente entre el número de hombres que tiene una categoría de trabajadores y el número total de hombres del proyecto.

Fuente: Ing. Carlos García

ELEMENTOS O ETAPAS DE CONTROL

ELEMENTOS Ó
ETAPAS DE CONTROL



1. Establecer Estándares
2. Medir Resultados
3. Comparar resultados-normas
4. Actuar de acuerdo a resultados

ESTABLECER ESTÁNDARES

Son criterios dados contra los que comparamos los resultados, son valores dados en diversas unidades dependiendo de lo que mida y presuponen como normales, es decir resultados posibles y esperados, en algunas ocasiones la elaboración de un estándar es sencilla y puede hacerse en forma muy precisa, en otras resulta un problema muy complicado dado la dificultad de ponderar, de medir determinada actuación.

Esta dificultad se presenta cuando salimos del campo de los resultados ponderable en cifras como sentido de responsabilidad, lealtad en general cualidades morales, humanas, habilidad administrativa, etc. Dentro del proceso de la construcción el problema se reduce ya que nos preocupa los resultados de las obras en el campo, de cualquier forma cuando fijamos un estándar hemos de tratar de hacerlo en unidades lo más reales posible, a fin de contar con un punto de comparación de acuerdo para los efectos de control.

MEDICIÓN DE RESULTADOS

Es aquella que nos permite conocer las divisiones tan pronto como nos ocurra o antes de ser posible aunque no es muy fácil y resulta muy costoso por ejemplo del control que se emplea en las construcciones con la toma de cilindros de hormigón para conocer su resistencia a la compresión, un control es romper los cilindros al cumplir su edad establecida para ver si cumplió la especificación y si se preparó adecuadamente la mezcla pero en caso de que se encuentre que no se ha logrado la resistencia adecuada al costo de preparación será elevado. Por lógica será mucho más apropiado vigilar la dosificación de la muestra de modo que sepamos de antemano el resultado que obtendremos y no esperar a que se haya realizado el trabajo para investigar que tan bien fue hecho.

Con las siguientes preguntas tendremos una idea de cuál puede ser un control estratégico.

- ¿Qué es lo que puede mostrarse cuando no se alcanzado las metas propuestas?
- ¿Qué es lo que durará cualquier elemento anormal?
- ¿Cómo se podrá conocer quién es el responsable cuando se produce una falla?
- ¿Qué tipo de controles tendrá un menor costo?
- ¿Para qué tipo de control tenemos información más oportuna?
- ¿Qué controles pueden hacerse automáticos?
- ¿En última instancia la función del control es indicarnos las desviaciones que sufrimos en los planes realizados y mientras obtengamos estos datos con mayor oportunidad nuestros controles serán más eficientes?

COMPARACIÓN DE RESULTADOS

En ésta parte de control se hace una comparación de lo que ha ocurrido contra con lo que pensábamos que deberíamos obtener, si los resultados obtenidos son iguales, superiores a los planeados la función se realiza de forma apropiada y llegamos a la conclusión de que no habrá necesidad de aplicar acciones correctivas, si por el contrario hay una variación digna de tomarse en cuenta entonces habrá la necesidad de pensar en formas de corregir los procedimientos y buscar las razones que nos hicieron apartarnos de los estándares, por lo anterior demos la idea de que, que la atención de quien controla habrá de concentrarse en las variaciones y no requerirá mayor atención cuando los resultados encontrados han sido previstos, esta idea se hace con el nombre de principio de excepción, de acuerdo a éste principio el ejecutivo solo deberá concentrarse con los resultados que se obtenga desviados de control, al fin de aplicarse las acciones correctivas.

ACCIONES CORRECTIVAS

En éste último paso de control se hará las correcciones necesarias para ajustar los resultados a los puntos esperados, la forma adecuada de acción correctiva será conocer las causas que han originado las desviaciones, no tratar de corregir los resultados ya que esto permitirá que se presenten nuevamente los mismos efectos, las acciones habrán de enfocarse necesariamente a las causas directas de ellas.

PROGRAMACION DE OBRA

Programa de ejecución

Una vez realizado el análisis de precios unitarios, la determinación del volumen de obra y todas las revisiones de precios, el establecer el programa de ejecución adquiere un valor relevante.

Por programa de ejecución se entiende la distribución del total de la construcción dentro de un cierto lapso de tiempo, que por lo general lo fija el cliente, y constituye uno de los requisitos a que se ha de ajustar la propuesta del constructor. Del plazo fijado para la construcción se deduce la cantidad de obra que debe hacerse diariamente, y de aquí el sistema de ejecución, el orden de sucesión de los diferentes trabajos parciales, tamaño y clase de equipo y maquinaria necesarias, importancia de las instalaciones auxiliares, etcétera. Sólo cuando se ha adquirido en esta forma una visión de conjunto de la obra a ejecutar puede pasarse al estudio detallado de las diversas unidades.

Cuando se proyecta el empleo de máquinas en la ejecución de las obras, conviene al hacer el programa de ejecución enterarse bien de los plazos de entrega, pues son decisivos para el inicio de la obra.

Programación de fechas

La programación, de fechas, o cronológicas, desempeña un papel principal en la ejecución de obras. Para obtener un programa confiable, debe dividirse al proyecto en sus actividades constituyentes. Luego se estima la duración de las actividades y se ordenan en su secuencia tecnológica para que formen una red a partir de la cual se obtiene el programa. Se tienen disponibles varios métodos para construir la red, incluyendo el método de la ruta crítica, el método de diagramación de precedencias, y la técnica de revisión y evaluación de programas.

El método de la ruta crítica es un sistema de construcción de una red lógica que presenta un método que permite planear un proyecto. La planeación global de un proyecto complicado requiere un ajuste adicional de la red para que proporcione un sistema de proyecto para la administración.

Una consideración adicional que se tiene que tomar en cuenta, junto con la programación cronológica y la planeación es la de los recursos que se usarán para lograr la terminación oportuna de un proyecto. Se requiere hacer una estimación de cuáles son los recursos necesarios y cuántos y cuándo se les necesita. Por otra parte, también es importante considerar en la programación, el tiempo de desarrollo de cada uno de los componentes del programa contra los costos relacionados estimados, tanto para la erogación como para la obtención del cobro sobre los avances de obra.

Fuente: Ing. Fabián Arias

RUTA CRÍTICA

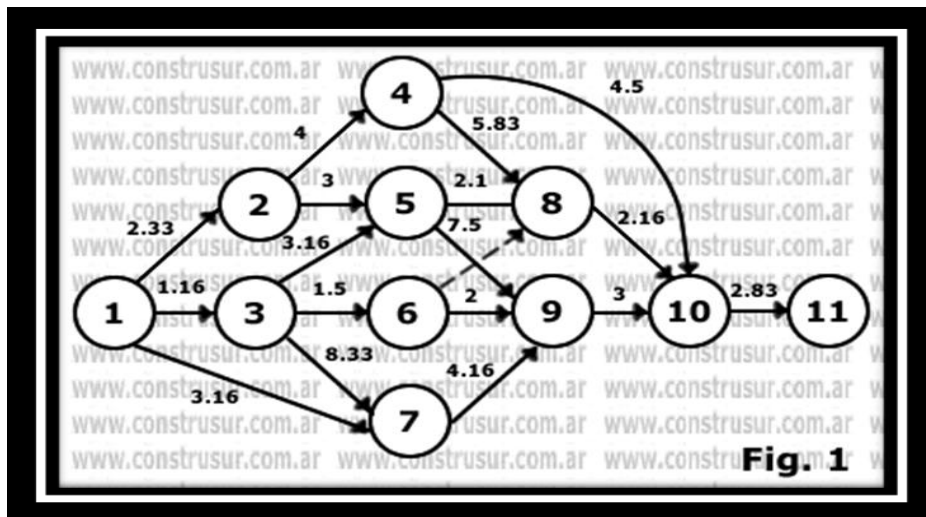
En una sociedad que cada día se vuelve más variable y compleja, lo que puede atribuirse en gran parte al desarrollo de la ciencia y la tecnología, la ejecución de

un proyecto es una tarea en la cual deben participar diferentes individuos, agencias, entidades y factores ya que en los diseños modernos se multiplica tremendamente el número de elementos que hay que coordinar y relacionar.

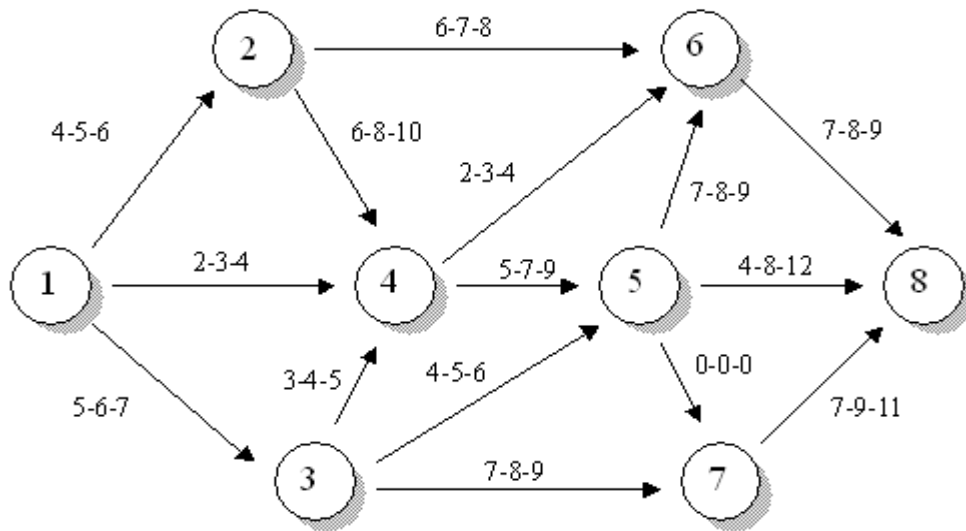
Para resolver éste arduo problema se han desarrollado una gran variedad de sistemas o procedimientos formales, ideados con la finalidad de ayudar al administrador de un proyecto a realizar eficientemente su tarea, entre estas técnicas ha destacado una que utiliza diagramas de flechas conocida como ruta crítica.

Dos son los orígenes de ésta técnica o método:

El método Pert (Program Evaluation and Review Technique) sirve controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrantes de los proyectos espaciales, por la necesidad de terminar cada una de ellas dentro de los intervalos de tiempo disponibles.



El Método CPM (Critical Path Method) ayuda al control y la optimización los costos mediante la planeación y programación adecuadas de las actividades componentes del proyecto.



Ambos métodos aportaron los elementos administrativos necesarios para formar el método de ruta crítica actual, utilizando el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, para buscar que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible.

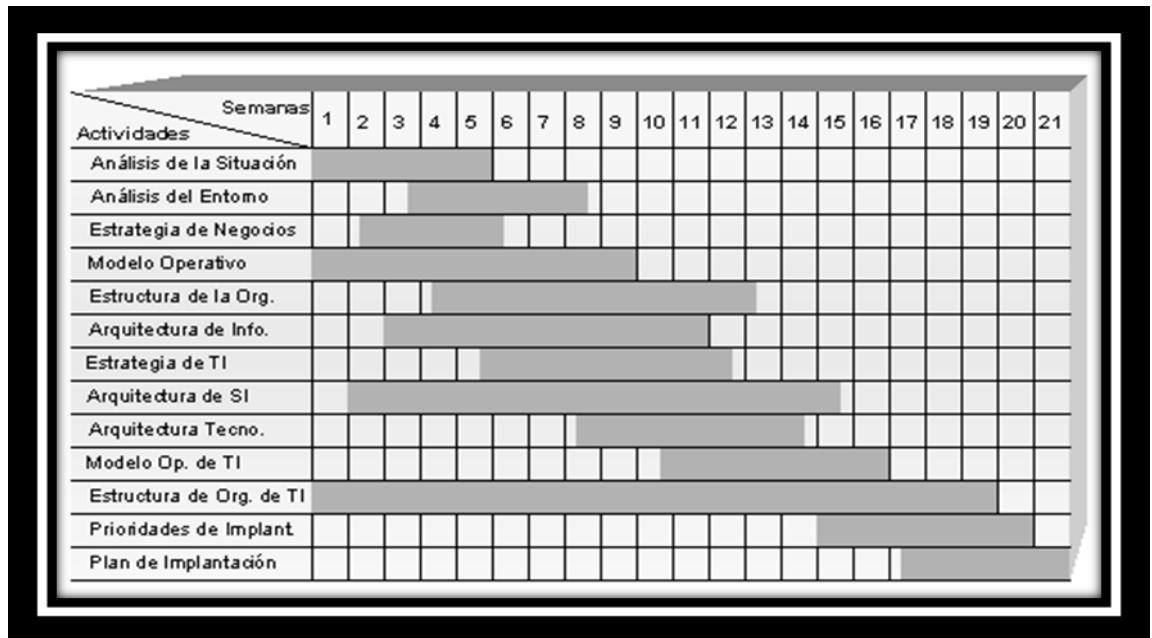
El método de ruta crítica es un proceso administrativo (planeación, organización, dirección y control) de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse durante un tiempo crítico y al costo óptimo.

La aplicación potencial del método de la ruta crítica, debido a su gran flexibilidad y adaptación, abarca desde los estudios iniciales para un proyecto determinado, hasta la planeación y operación de sus instalaciones. A esto se puede añadir una lista indeterminable de posibles aplicaciones de tipo específico, podemos afirmar que el método de la ruta crítica es aplicable y útil en cualquier situación en la que se tenga que llevar a cabo una serie de actividades relacionadas entre sí para alcanzar un objetivo determinado.

El método es aplicable en tareas tales como: construcción, estudios económicos, planeación de carreras universitarias, censos de población, estudios técnicos.

DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de GANTT es una herramienta que le permite al usuario modelar la planificación de las tareas necesarias para la realización de un proyecto. Debido a la relativa facilidad de lectura de los diagramas de GANTT, esta herramienta es utilizada por casi todos los directores de proyecto en todos los sectores. El diagrama de GANTT es una herramienta para el director del proyecto que le permite realizar una representación gráfica del progreso del proyecto, pero también es un buen medio de comunicación entre las diversas personas involucradas en el proyecto.



Fuente: María Alejandra Hinojosa

2.5. HIPOTESIS

La utilización de fibra de vidrio como refuerzo en vigas rectangulares ayudó a mejorar la resistencia de las mismas y disminuyó el presupuesto de las obras de más de 3 pisos en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato.

2.5.1 UNIDADES DE OBSERVACIÓN O DE ANÁLISIS

- Vigas Rectangulares para ensayar (24)
- Ingeniero Estructural (1)
- Planos Estructurales (1/cv)

2.5.2 VARIABLES

Variable Independiente

Análisis de Diseño de Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio

Variable Dependiente

Presupuesto de las Construcciones

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

El presente estudio tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo, fundamentado en datos que se obtendrán del ensayo de vigas rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio así como se obtendrá porcentajes de ahorro entre vigas que han utilizado como refuerzo la fibra de vidrio comparado con las que han utilizado el acero. Y cualitativo ya que veremos la calidad, durabilidad y resistencia que tendrán las vigas rectangulares que han utilizado como refuerzo la fibra de vidrio a los 28 días de edad. Con los ensayos de carga y descarga que se realizó nos ayudó a conocer que si es conveniente utilizar la fibra de vidrio en las vigas rectangulares de una edificación.

3.2 MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1 MODALIDAD

- La investigación es adoptada con el objeto de obtener resultados que permitan conocer las resistencias que se obtuvo para las vigas rectangulares utilizando la fibra de vidrio como refuerzo.
- La investigación es experimental ya que se probó con vigas rectangulares con fibra de vidrio como refuerzo, para conocer la factibilidad de realizar estas vigas.

- La investigación es histórica y descriptiva porque se requiere datos históricos de experimentos realizados de carga y descarga de vigas para tener parámetros de resistencia de las mismas.

3.2.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación exploratoria generó la hipótesis y se reconocieron la variable independiente y la variable dependiente las que ayudan para dar un conocimiento de la resistencia que tendrán las vigas rectangulares que han utilizado como refuerzo la fibra de vidrio.

Con la investigación descriptiva aquí se podrá recopilar datos y criterios, para conocer la factibilidad de utilizar como refuerzo la fibra de vidrio.

En la investigación correlacionar se permite evaluar las variables y grado de relación para aprobar la hipótesis aprobada.

La investigación explicativa se comprobará la hipótesis la cual describe las causas del suceso para identificar factores importantes de ciertas entidades.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

El universo está conformado por Ingeniero Civiles con especialidad en Estructuras con construcciones de más de 3 pisos en la Parroquia la Matriz del Cantón Ambato.

La población total de Ingenieros Civiles con especialidad en estructuras en éste sector es de un número de 38. Los datos muestrales se tomarán en base a una

muestra aleatoria que cumpla con los requisitos estadísticos para éste tipo de investigación.

3.3.2 MUESTRA

Para el cálculo de la muestra se aplicará una fórmula estadística

3.3.2.1 TIPO DE MUESTRA

Para la ejecución de éste proyecto se seleccionó la siguiente fórmula:

Población 38 Ingeniero Civiles con especialidad en Estructuras

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

$$n = \frac{38}{0,08^2(38 - 1) + 1}$$

$$n = 31 \text{ Ing Civiles}$$

REFERENCIA: Datos facilitados por la Comisaría de Construcción de Ambato

n= Tamaño de la Muestra

N = Población

E= Error de muestreo

3.4 OPERACIONALIZACION DE VARIABLE

VARIABLE INDEPENDIENTE.- **Análisis de Diseño de Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio**

CONCEPTUALIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTACION
<p>La utilización de fibra de vidrio como refuerzo en las vigas rectangulares tiene el propósito de lograr que estos elementos tengan una mayor resistencia para soportar las cargas sometidas en las construcciones. Además de ser un material cuatro veces más liviano que el acero la fibra de vidrio no sufre problemas de corrosión y es mucho más fácil instalar este material en la práctica misma.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia - No sufre problemas de Corrosión 	<ul style="list-style-type: none"> - Propiedades de la Viga - Propiedades de la fibra de vidrio 	<ul style="list-style-type: none"> - 1,2,3 - 3, 7 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de Observación - Guía de Observación

VARIABLE DEPENDIENTE.- **Presupuesto de las construcciones**

CONCEPTUALIZACION	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTACION
<p>El presupuesto de las obras es un paso importante para conocer qué cantidad de dinero se va a utilizar en la compra de materiales de buena calidad, así como la mano de obra calificada para poder tener una obra segura y de gran calidad para bien de las personas que van a disfrutar de la construcción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Materiales de buena calidad - Obra segura y de gran calidad 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayos de materiales - Ensayos de hormigón 	<ul style="list-style-type: none"> - 1,2 - 6,8 	<ul style="list-style-type: none"> - Guía de Observación - Guía de Observación

3.5 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Preguntas básicas	Explicaciones
1. ¿para qué?	Para investigar la resistencia de vigas rectangulares que han utilizado la fibra de vidrio como refuerzo
2. ¿Cuál es la población?	La población de edificios de la Parroquia la Matriz del Cantón Ambato de más de 3 pisos.
3. ¿Quién?	Diego Lucio
4. ¿Cuándo?	Julio del 2012
5. ¿Dónde?	La Parroquia La Matriz
6. ¿Frecuencia de aplicación?	Las construcciones existentes en el lugar son 31
7. ¿Qué técnicas de recolección?	Observación
8. ¿Con que instrumentos?	Guía de Observación

3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El trabajo de investigación tuvo una revisión crítica de la información utilizando observación y el fichaje.

La tabulación de los datos se lo hizo mediante programas computacionales.

La representación de los datos se lo hizo mediante representaciones gráficas de programas computacionales.

CAPÍTULO IV

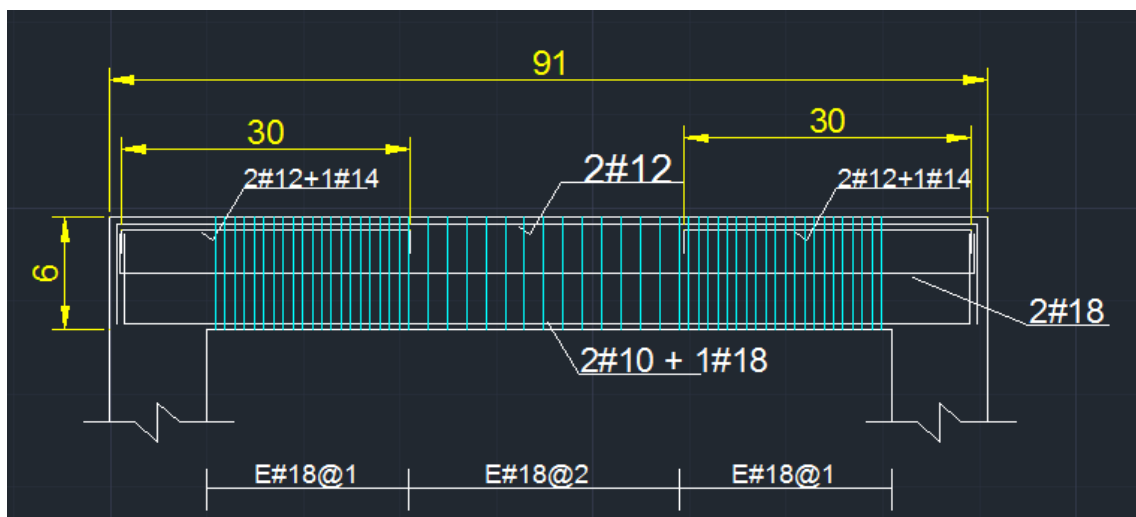
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

En el presente capítulo, se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados sobre las vigas elaboradas a escala, describiendo así mismo, el desarrollo de ellos y las observaciones pertinentes a cada trabajo experimental.

La información de los resultados experimentales se presenta en tablas y gráficos para describir y comentar el comportamiento de cada serie de pruebas, analizando, básicamente, la carga máxima o de rotura de las vigas, como también la deflexión máxima alcanzada por ellas al momento del colapso final. Las vigas para los ensayos se hicieron a una escala 1:10 por facilidad de manejo, ya que se escogió una Viga de 5 m * 6 m * 9.1 m (Real), por tal motivo haciendo las transformaciones las vigas para ensayar fueron de 5cm * 6cm * 91cm, así mismo los aceros existentes en las vigas en obra, se hizo la transformación en escala a alambre galvanizado.

Para hacer más exactos los ensayo comprobamos que el alambre galvanizado tenga un $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, para lo cual se utilizó alambre numero 6 obteniendo los siguientes resultados.



**ENSAYO DE TRACCIÓN
MUESTRA N° 1
TABLA #5**

Ao= 0,2728cm²

Lo= 19cm

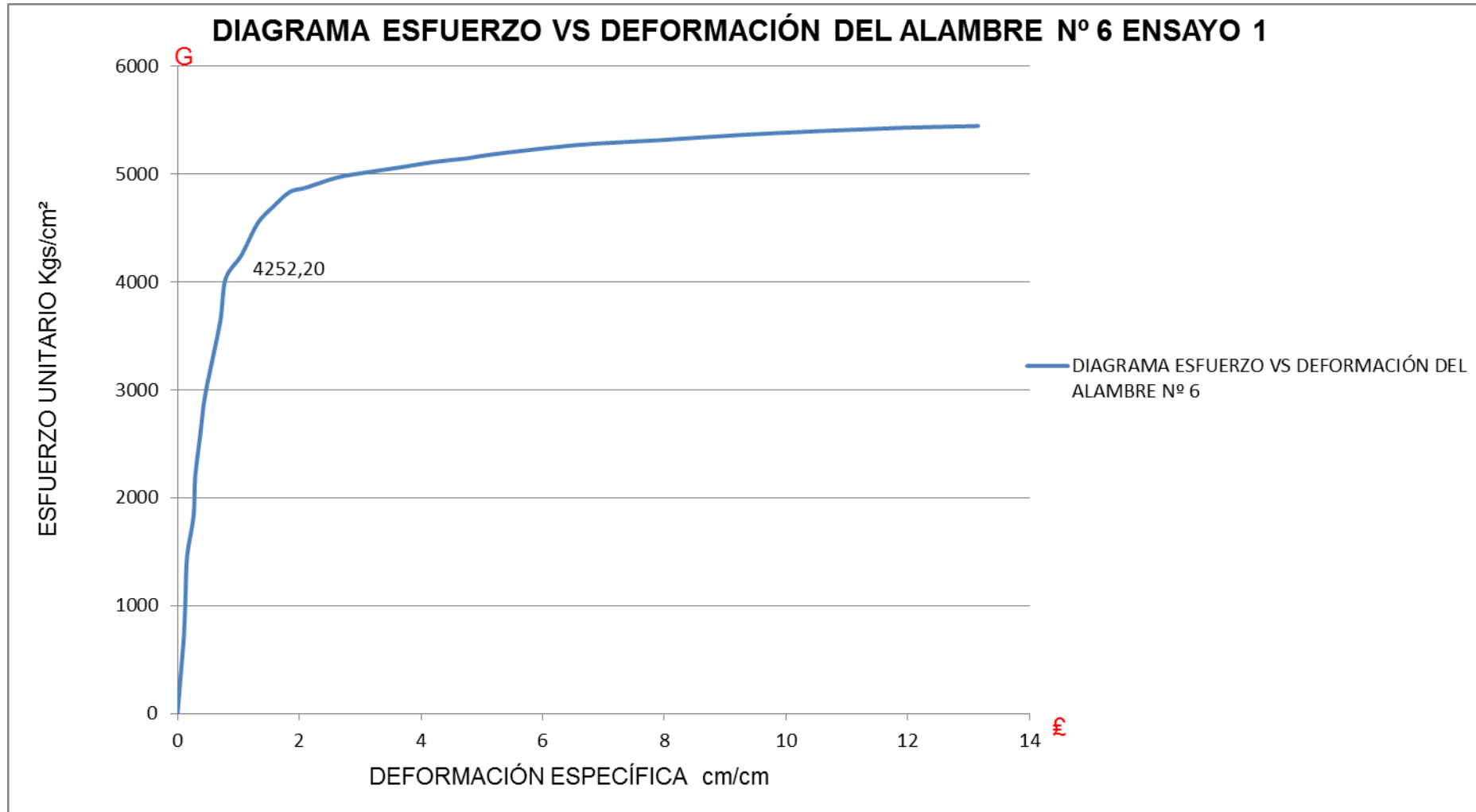
CARGA kg	DEFORMACIÓN x 10E-3 cm	ESF. UNITARIO Kg/cm ²	DEF.ESP x10E-3cm/cm
0	0	0	0
100	1	366,57	0,05
200	2	733,14	0,11
300	2,5	1099,71	0,13
400	3	1466,28	0,16
500	5	1832,84	0,26
600	5,5	2199,41	0,29
700	7	2565,98	0,37
800	8,5	2932,55	0,45
900	11	3299,12	0,58
1000	13,5	3665,69	0,71
1100	15	4032,26	0,79
1160	20	4252,20	1,05
1240	25	4545,45	1,32
1283	30	4703,08	1,58
1319	35	4835,04	1,84
1330	40	4875,37	2,11
1356	50	4970,67	2,63
1370	60	5021,99	3,16
1382	70	5065,98	3,68
1395	80	5113,64	4,21
1404	90	5146,63	4,74
1416	100	5190,62	5,26
1438	125	5271,26	6,58
1450	150	5315,25	7,89
1463	175	5362,90	9,21
1473	200	5399,56	10,53
1481	225	5428,89	11,84
1486	250	5447,21	13,16

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación:

En este ensayo el alambre # 6, fluyó a los 1160kg, que nos da un esfuerzo unitario de 4252,20 kg/cm², pasó la probeta ya que es mayor a 4200 Kg/cm²

GRÁFICO # 1



ENSAYO DE TRACCIÓN
MUESTRA N° 2
TABLA #6

Ao= 0,2728cm²

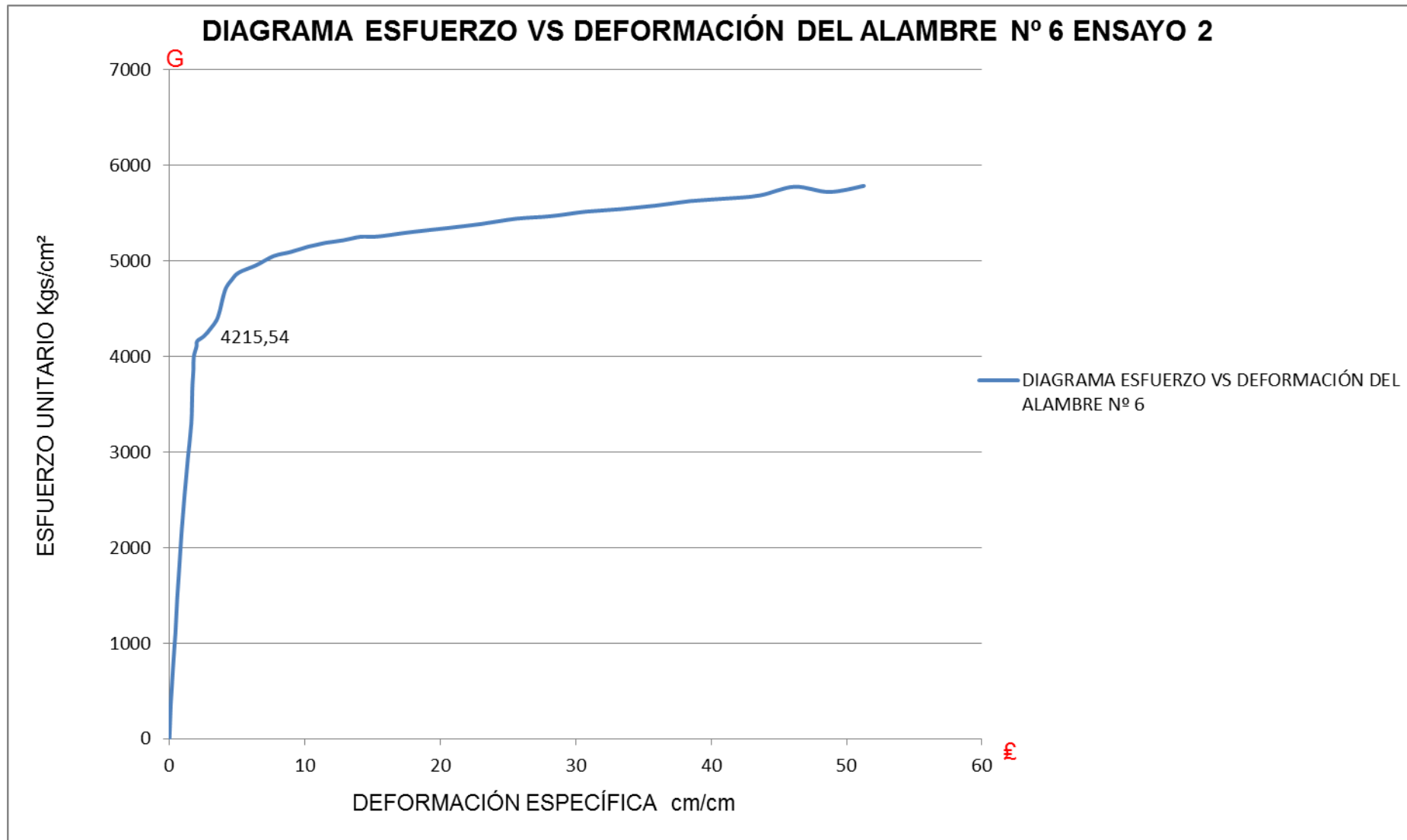
Lo= 19,5 cm

CARGA kg	DEFORMACIÓN x 10E-3 cm	ESF. UNITARIO Kg/cm ²	DEF.ESP x10E-3cm/cm
0	0	0	0
100	2	366,57	0,10
200	5	733,14	0,26
300	8,5	1099,71	0,44
400	11,2	1466,28	0,57
500	14,5	1832,84	0,74
600	17,8	2199,41	0,91
700	22	2565,98	1,13
800	26,5	2932,55	1,36
900	31,5	3299,12	1,62
1000	33	3665,69	1,69
1054	34,5	3863,64	1,77
1090	35	3995,60	1,79
1120	39	4105,57	2,00
1135	40	4160,56	2,05
1150	50	4215,54	2,56
1173	60	4299,85	3,08
1280	80	4692,08	4,10
1331	100	4879,03	5,13
1378	150	5051,32	7,69
1405	200	5150,29	10,26
1423	250	5216,28	12,82
1434	300	5256,60	15,38
1447	350	5304,25	17,95
1458	400	5344,57	20,51
1470	450	5388,56	23,08
1485	500	5443,55	25,64
1492	550	5469,21	28,21
1505	600	5516,86	30,77
1512	650	5542,52	33,33
1522	700	5579,18	35,90
1535	750	5626,83	38,46
1542	800	5652,49	41,03
1551	850	5685,48	43,59
1576	900	5777,13	46,15
1561	950	5722,14	48,72
1578,4	1000	5785,92	51,28

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación: En este ensayo el alambre # 6 fluyó a los 1150 kg, que nos da un esfuerzo unitario de 4215,54 kg/cm², pasó la probeta ya que es mayor a 4200 Kg/cm²

GRÁFICO # 2



ENSAYO DE TRACCIÓN
MUESTRA N° 3
TABLA #7

Ao= 0,2728cm²

Lo= 20cm

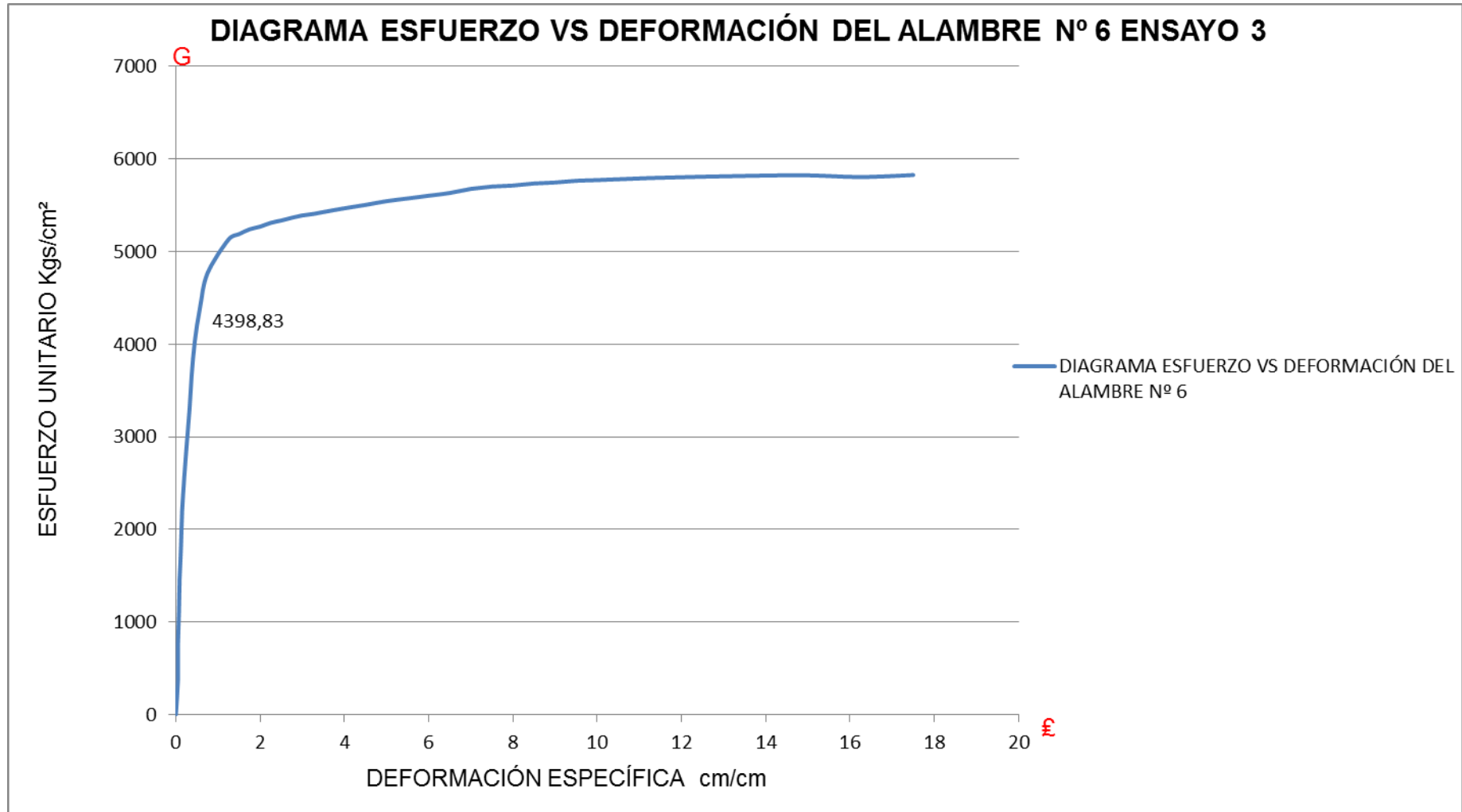
CARGA kg	DEFORMACIÓN x 10E-3 cm	ESF. UNITARIO Kg/cm ²	DEF.ESP x10E-3cm/cm
0	0	0	0
100	1	366,57	0,05
200	1	733,14	0,05
300	1,5	1099,71	0,075
400	1,8	1466,28	0,09
500	2,5	1832,84	0,125
600	3	2199,41	0,15
700	4	2565,98	0,2
800	5,2	2932,55	0,26
900	6,5	3299,12	0,325
1000	7,5	3665,69	0,375
1100	9	4032,26	0,45
1200	11,5	4398,83	0,575
1300	15	4765,40	0,75
1416	30	5190,62	1,5
1438	40	5271,26	2
1456	50	5337,24	2,5
1471	60	5392,23	3
1492	80	5469,21	4
1513	100	5546,19	5
1529	120	5604,84	6
1549	140	5678,15	7
1556	150	5703,81	7,5
1559	160	5714,81	8
1565	170	5736,80	8,5
1568	180	5747,80	9
1573	190	5766,13	9,5
1575	200	5773,46	10
1581	225	5795,45	11,25
1585	250	5810,12	12,5
1588	275	5821,11	13,75
1589	300	5824,78	15
1584	325	5806,45	16,25
1590	350	5828,45	17,5

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación:

En este ensayo el alambre # 6, fluyó a los 1200 kg, que nos da un esfuerzo unitario de 4398,83 kg/cm², pasó la probeta ya que es mayor a 4200 Kg/cm².

GRÁFICO # 3



VIGAS ENSAYADAS A FLEXIÓN

TABLA #8

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO PRINCIPAL + REFUERZO DE ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (FLEXION)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
40,2	0,1	16,4
78,8	0,2	16,3
125,5	0,3	16,2
144,1	0,4	16,1
149,2	0,5	16
150,1	0,6	15,9
154,9	0,7	15,8
158,2	0,8	15,7
164,4	0,9	15,6
165	1	15,5
166,7	1,1	15,4
167,3	1,2	15,3
168,9	1,3	15,2
169,7	1,4	15,1
171,1	1,5	15
174,6	1,6	14,9
175,5	1,7	14,8
176,7	1,9	14,6
175,3	2,2	14,3

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

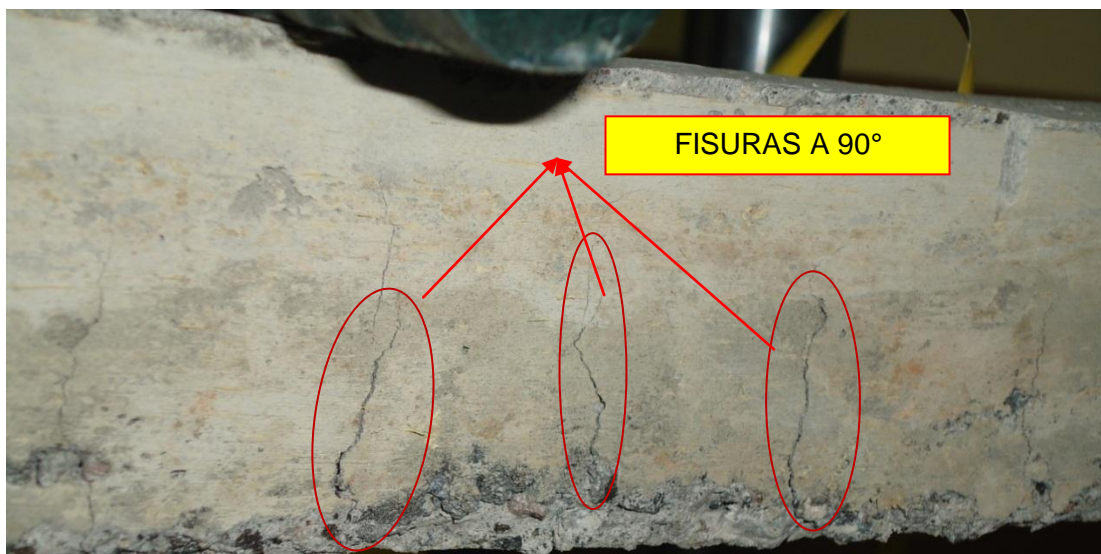
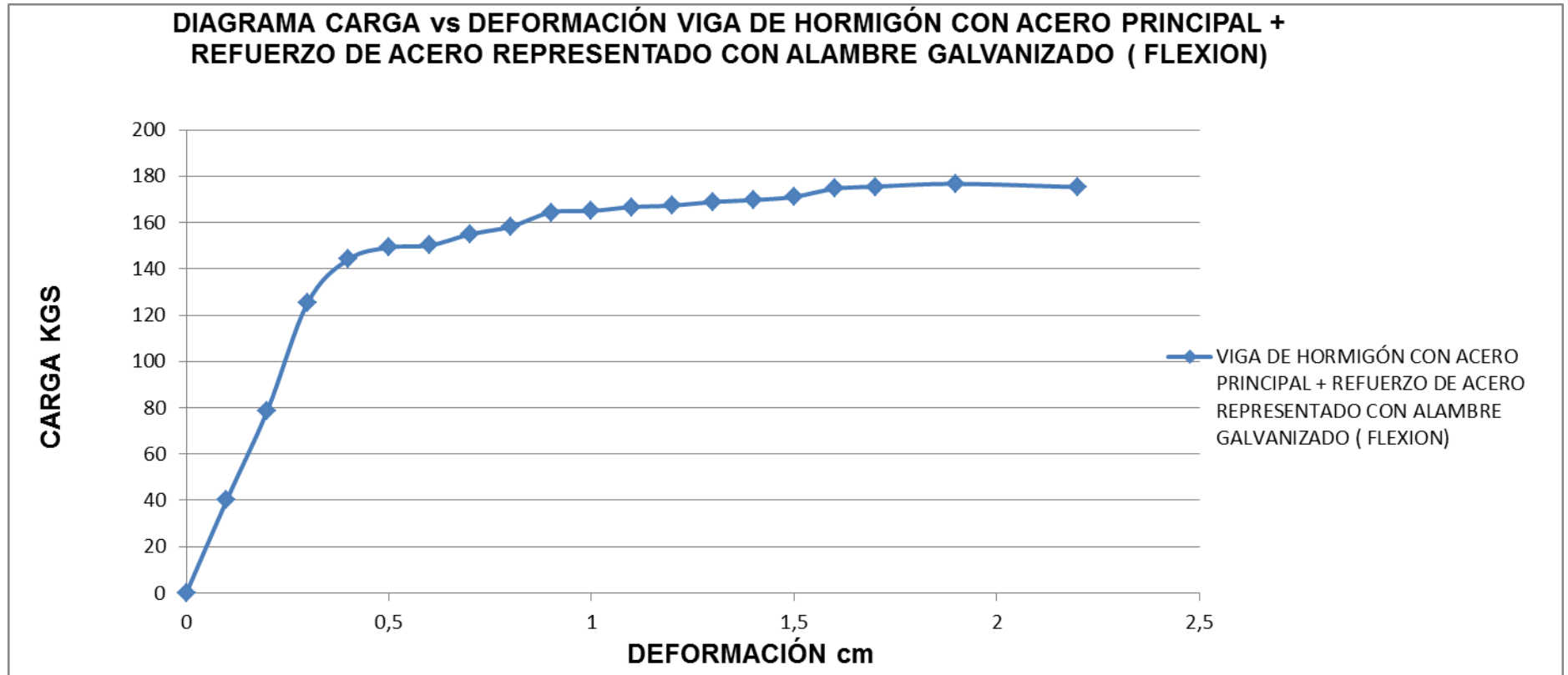


GRÁFICO # 4



Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación:

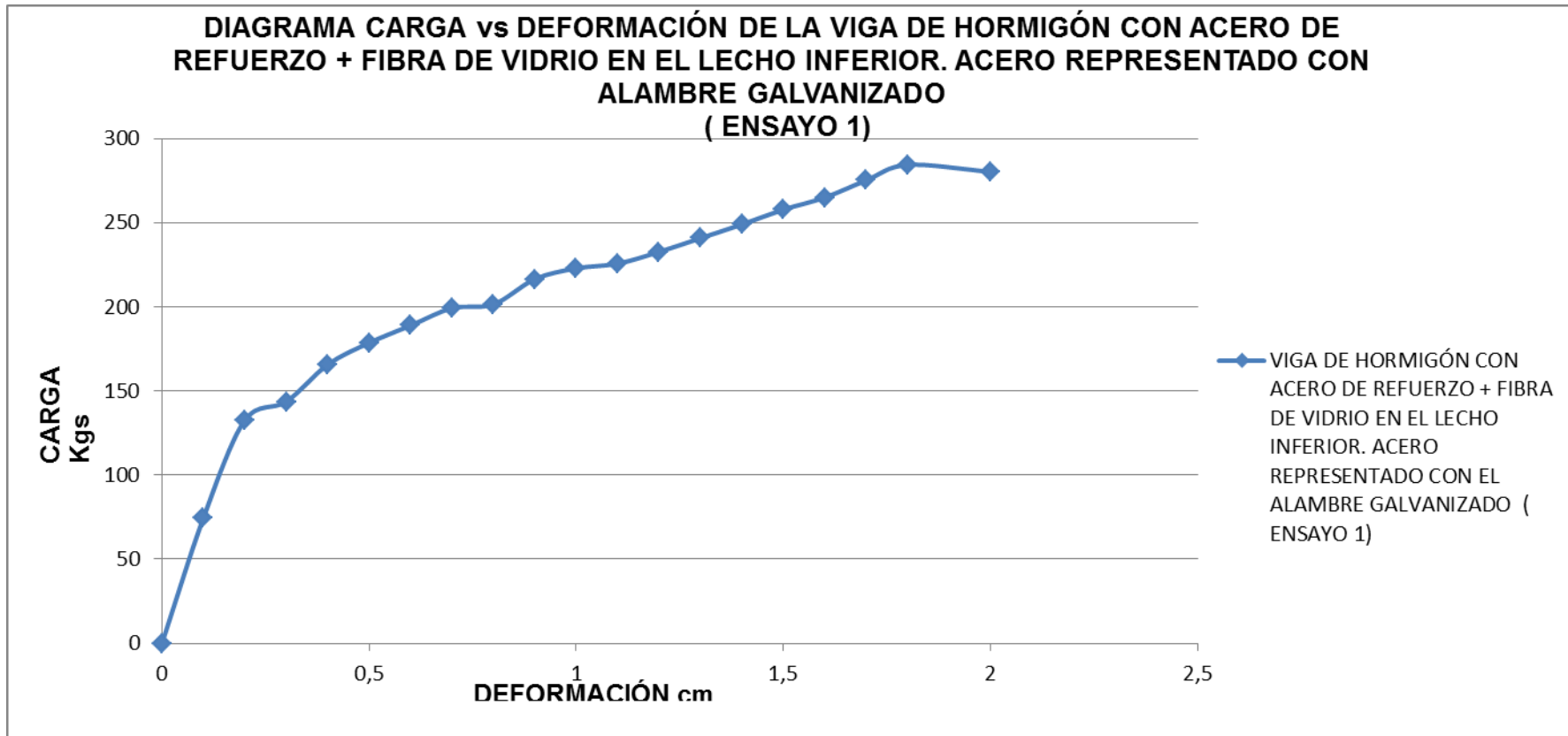
La viga de hormigón con acero de refuerzo a flexión soportó una carga máxima de 176,7 kg con una deformación de 1,9 cm.

TABLA #9		
VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO EN EL LECHO INFERIOR. ACERO REPRESENTADO CON EL ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 1)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg.	cm	cm
0	0	16,5
74,5	0,1	16,4
132,5	0,2	16,3
143,6	0,3	16,2
165,6	0,4	16,1
178,5	0,5	16
188,8	0,6	15,9
199,1	0,7	15,8
201,4	0,8	15,7
216,4	0,9	15,6
222,8	1	15,5
225,6	1,1	15,4
232,6	1,2	15,3
240,7	1,3	15,2
248,9	1,4	15,1
257,7	1,5	15
264,9	1,6	14,9
275,1	1,7	14,8
284,3	1,8	14,7
280,2	2	14,5

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio



GRÁFICO # 5



Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

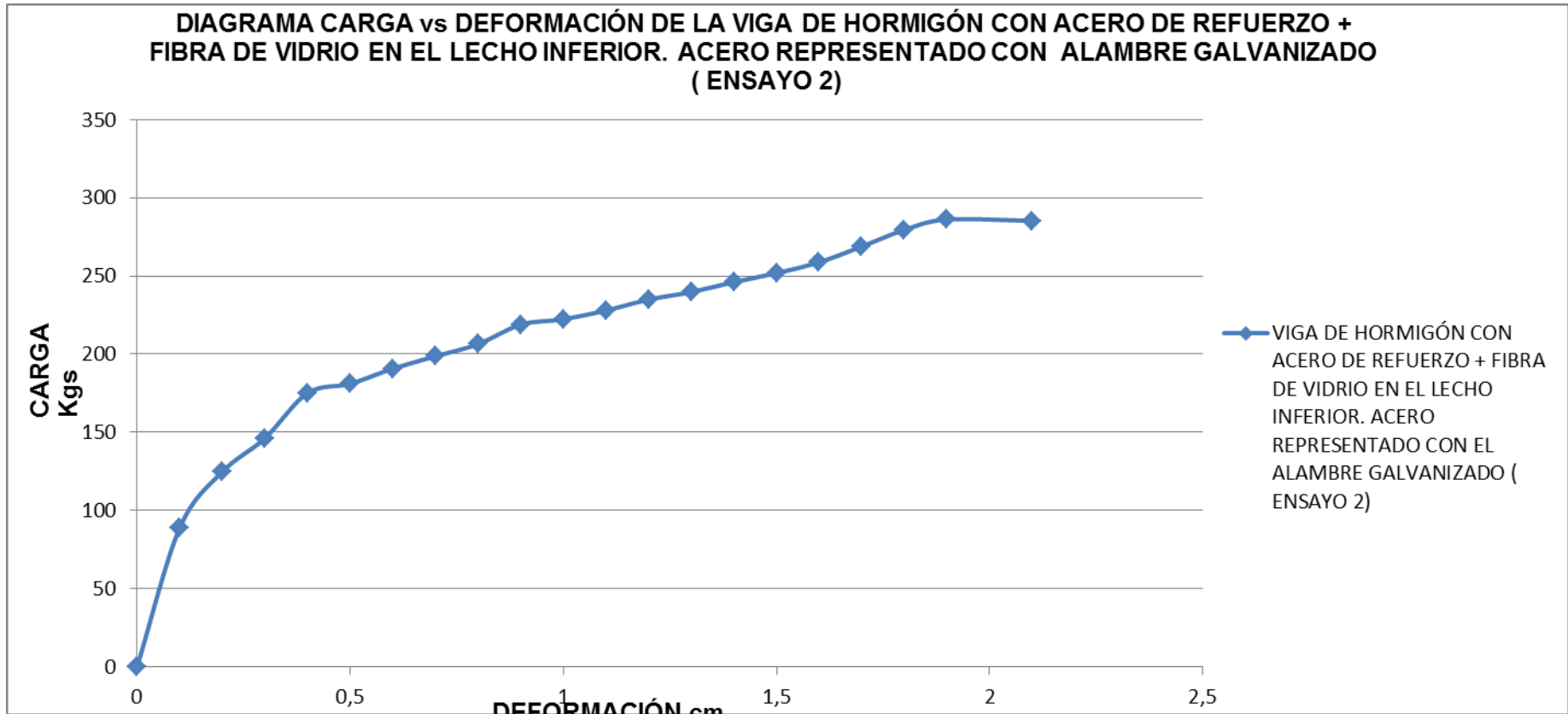
Interpretación:

La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio en el lecho inferior “ensayo 1” a flexión soportó una carga máxima de 284,3 kg con una deformación de 1,8 cm.

TABLA #10		
VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO EN EL LECHO INFERIOR. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 2)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg.	cm	cm
0	0	16,5
88,8	0,1	16,4
124,7	0,2	16,3
146,2	0,3	16,2
175,1	0,4	16,1
181	0,5	16
190,7	0,6	15,9
198,6	0,7	15,8
206,4	0,8	15,7
218,9	0,9	15,6
222,3	1	15,5
227,9	1,1	15,4
234,9	1,2	15,3
239,7	1,3	15,2
246,1	1,4	15,1
251,8	1,5	15
258,8	1,6	14,9
268,8	1,7	14,8
279,5	1,8	14,7
286,1	1,9	14,6
285,3	2,1	14,4

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 6



Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

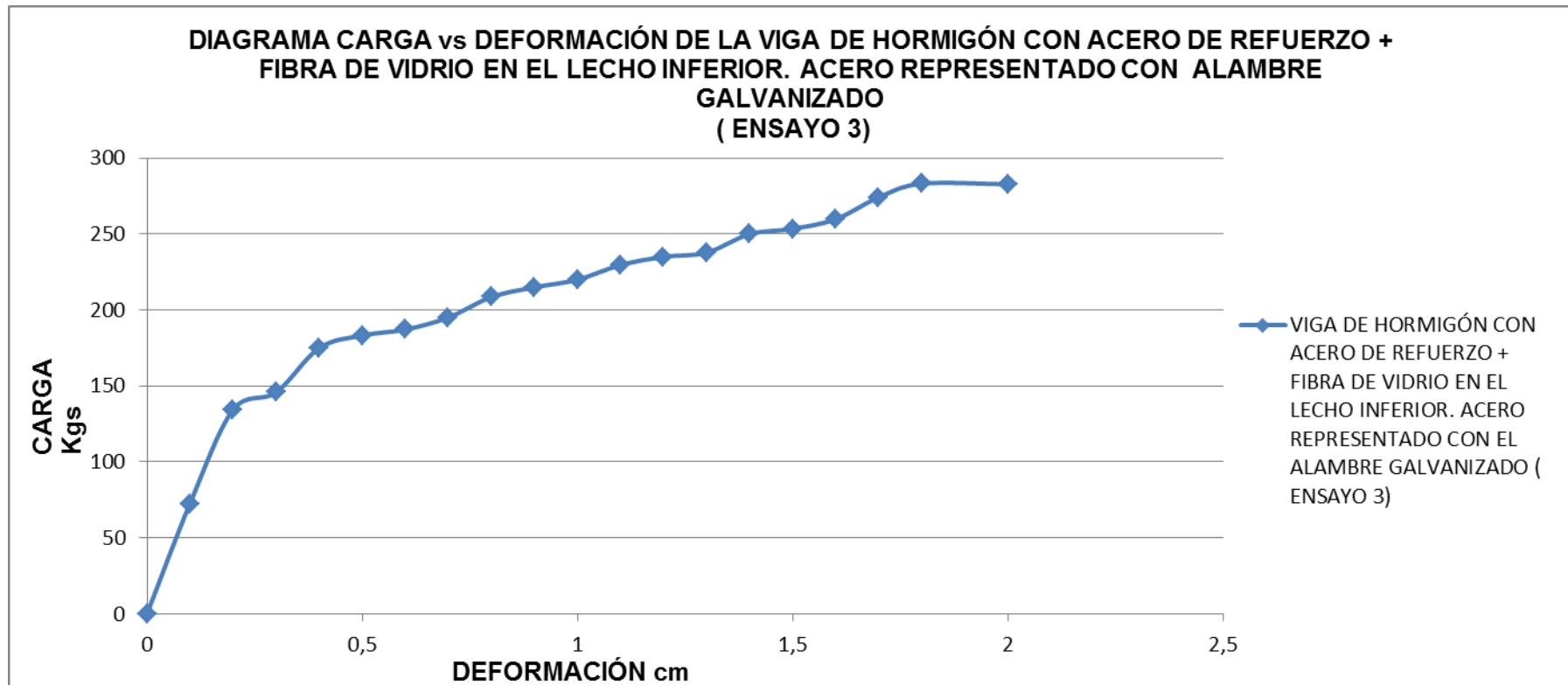
Interpretación:

La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio en el lecho inferior “ensayo 2” a flexión soportó una carga máxima de 286,1 kg con una deformación de 1,9 cm.

TABLA # 11		
VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO EN EL LECHO INFERIOR. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 3)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg.	cm	cm
0	0	16,6
72,6	0,1	16,5
134,2	0,2	16,4
145,8	0,3	16,3
174,9	0,4	16,2
183,2	0,5	16,1
187,1	0,6	16
195	0,7	15,9
208,5	0,8	15,8
214,9	0,9	15,7
219,9	1	15,6
229,5	1,1	15,5
235	1,2	15,4
237,7	1,3	15,3
249,9	1,4	15,2
253,4	1,5	15,1
259,7	1,6	15
274,1	1,7	14,9
283,1	1,8	14,8
282,8	2	14,6

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 7



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

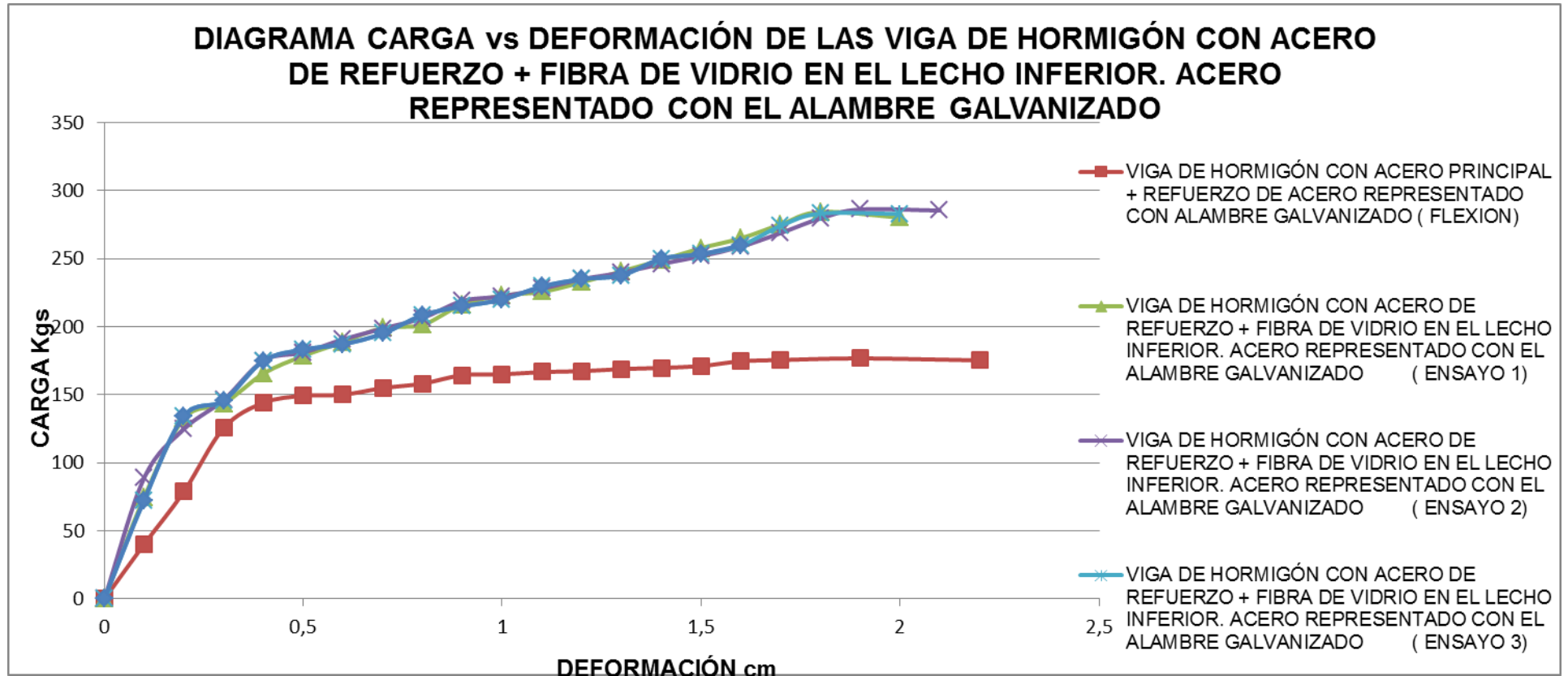
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio en el lecho inferior “ensayo 3” a flexión soportó una carga máxima de 283,1 kg con una deformación de 1,8 cm.

TABLA # 12

RESULTADOS DE LA VIGA PATRÓN Y VIGAS CON REFUERZO DE FIBRA DE VIDRIO (LECHO INFERIOR)							
VIGA PATRÓN		VIGA (ENSAYO 1)		VIGA (ENSAYO 2)		VIGA (ENSAYO 3)	
CARGA	DEFORMACIÓN	CARGA	DEFORMACIÓN	CARGA	DEFORMACIÓN	CARGA	DEFORMACIÓN
Kg	cm	Kg	cm	Kg	cm	Kg	cm
0	0	0	0	0	0	0	0
40,2	0,1	74,5	0,1	88,8	0,1	72,6	0,1
78,8	0,2	132,5	0,2	124,7	0,2	134,2	0,2
125,5	0,3	143,6	0,3	146,2	0,3	145,8	0,3
144,1	0,4	165,6	0,4	175,1	0,4	174,9	0,4
149,2	0,5	178,5	0,5	181	0,5	183,2	0,5
150,1	0,6	188,8	0,6	190,7	0,6	187,1	0,6
154,9	0,7	199,1	0,7	198,6	0,7	195	0,7
158,2	0,8	201,4	0,8	206,4	0,8	208,5	0,8
164,4	0,9	216,4	0,9	218,9	0,9	214,9	0,9
165	1	222,8	1	222,3	1	219,9	1
166,7	1,1	225,6	1,1	227,9	1,1	229,5	1,1
167,3	1,2	232,6	1,2	234,9	1,2	235	1,2
168,9	1,3	240,7	1,3	239,7	1,3	237,7	1,3
169,7	1,4	248,9	1,4	246,1	1,4	249,9	1,4
171,1	1,5	257,7	1,5	251,8	1,5	253,4	1,5
174,6	1,6	264,9	1,6	258,8	1,6	259,7	1,6
175,5	1,7	275,1	1,7	268,8	1,7	274,1	1,7
176,7	1,9	284,3	1,8	279,5	1,8	283,1	1,8
175,3	2,2	280,2	2	286,1	1,9	282,8	2
- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	285,3	2,1	- - - -	- - - -

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 8



Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación:

Todas las vigas de hormigón con refuerzo de fibra de vidrio en el lecho inferior, soportaron más carga con menos deformación que la viga de hormigón con refuerzo de acero.

TABLA # 13

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO PRINCIPAL + REFUERZO DE ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (FLEXION)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
40,2	0,1	16,4
78,8	0,2	16,3
125,5	0,3	16,2
128,7	0,4	16,1
132,6	0,5	16
135,3	0,6	15,9
139,7	0,7	15,8
142,9	0,8	15,7
145,3	0,9	15,6
149,6	1	15,5
152,8	1,1	15,4
155,3	1,2	15,3
157,7	1,3	15,2
160,7	1,4	15,1
163,9	1,5	15
166,5	1,6	14,9
168,3	1,7	14,8
170,2	1,8	14,7
169,1	2,2	14,5

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

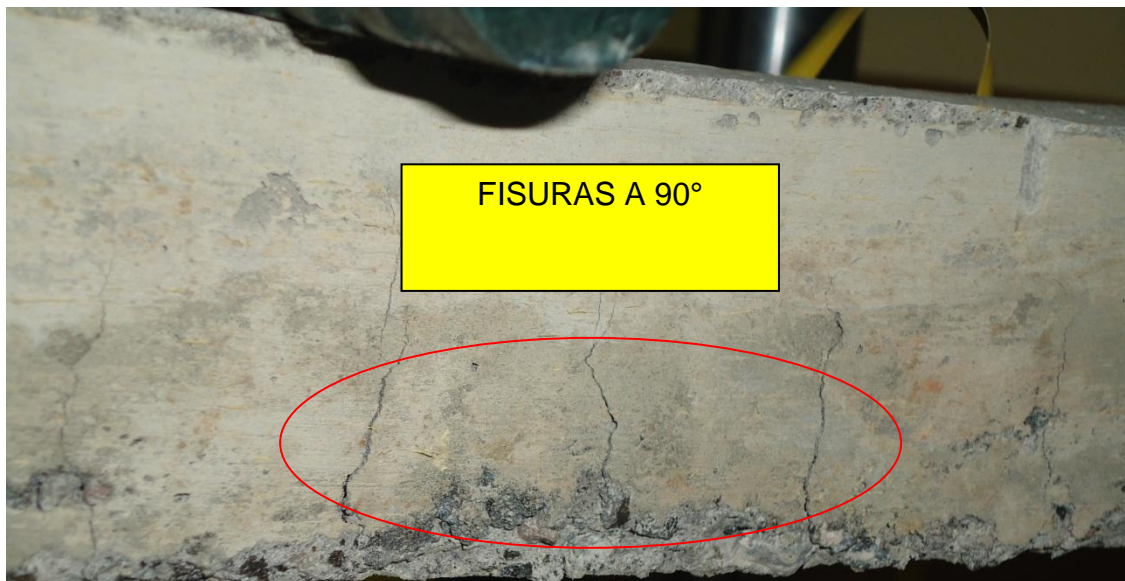
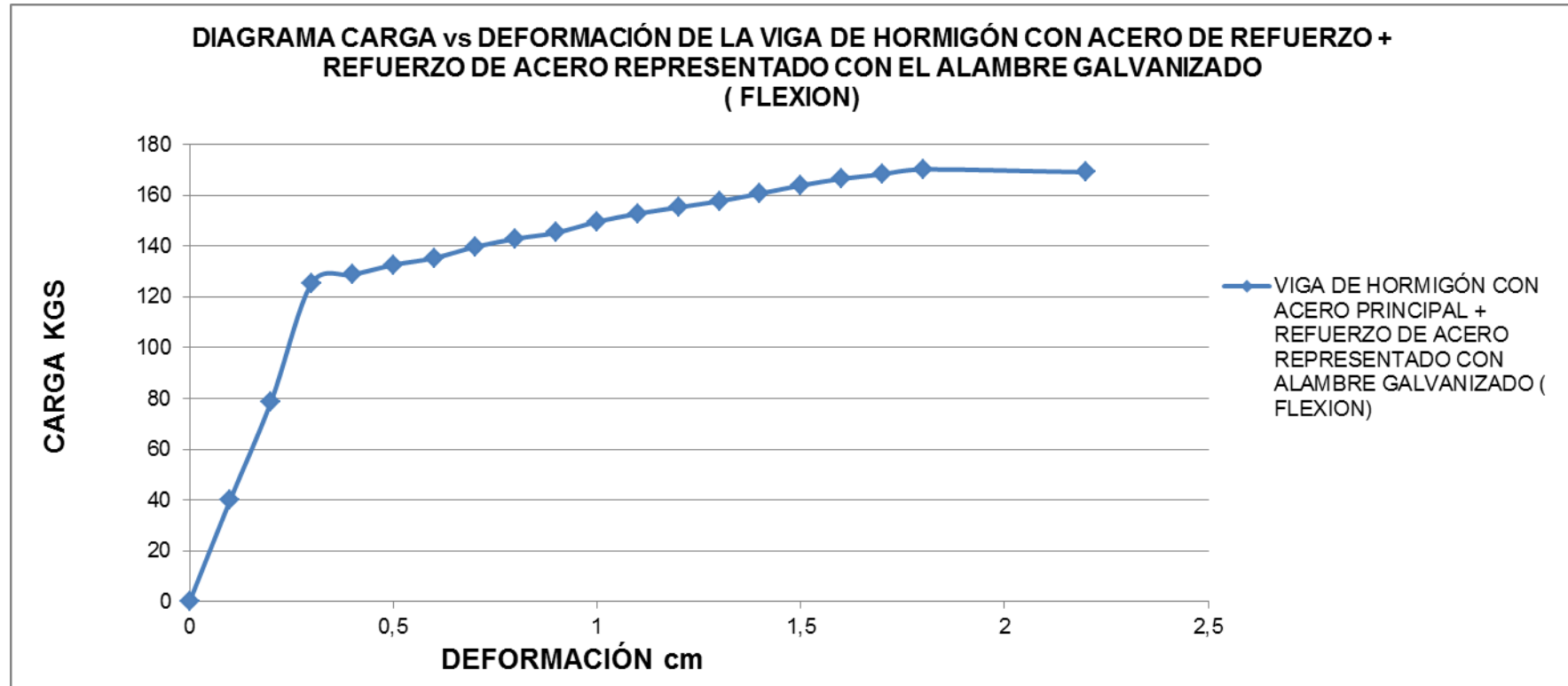


GRÁFICO # 9



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de acero a flexión soportó una carga máxima de 176,7 kg con una deformación de 1,9 cm.

TABLA # 14

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO MEDIA U. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 1)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,4
59,3	0,1	16,3
98,9	0,2	16,2
147,5	0,3	16,1
195,3	0,4	16
220,3	0,5	15,9
243,7	0,6	15,8
254,2	0,7	15,7
257,8	0,8	15,6
262,5	0,9	15,5
266,4	1	15,4
270,5	1,1	15,3
275,8	1,2	15,2
279,1	1,3	15,1
285,6	1,4	15
288,8	1,5	14,9
294,1	1,6	14,8
295	1,7	14,7
297,7	1,8	14,6
308,7	1,9	14,5
306,1	2,1	14,2

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

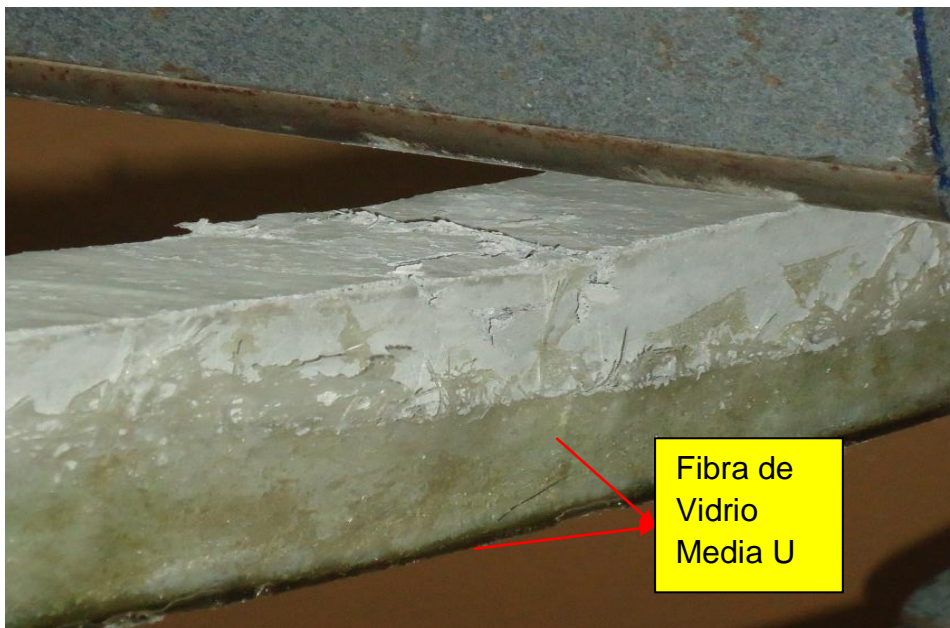
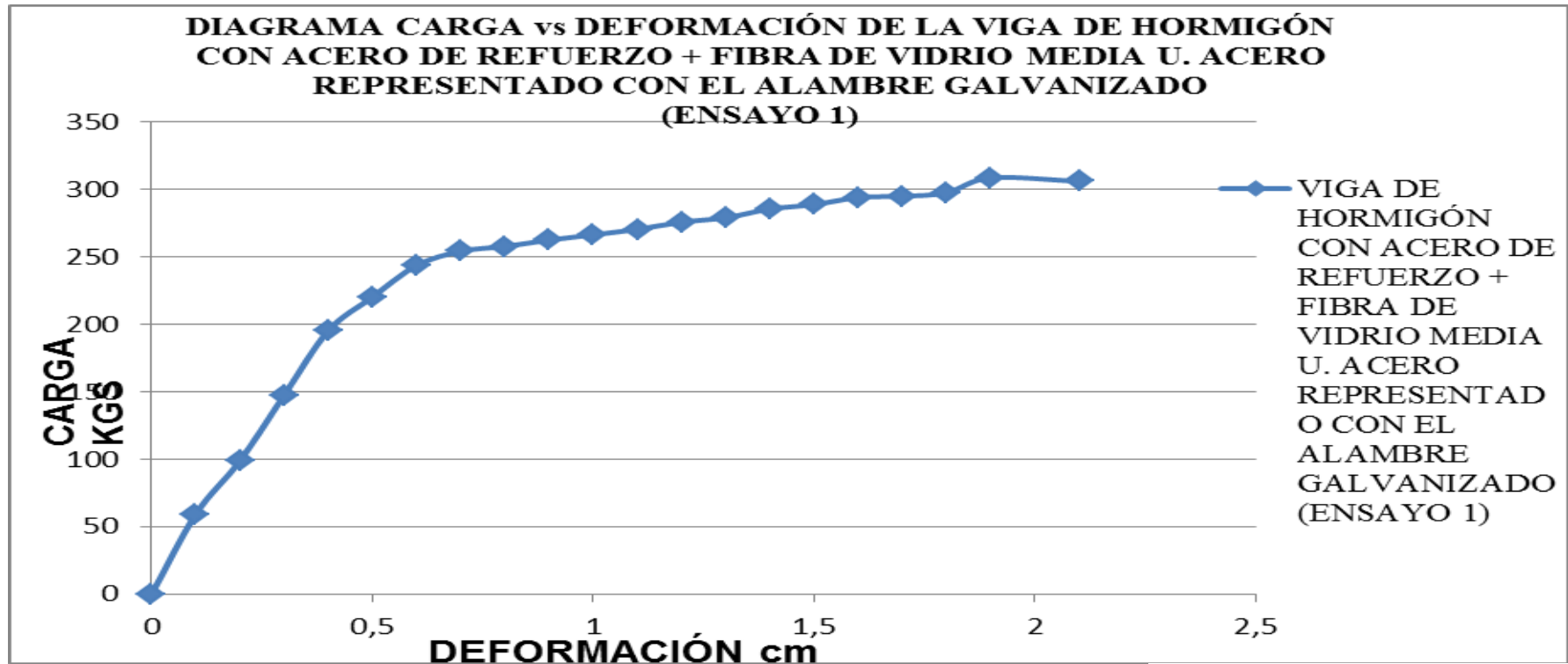


GRÁFICO # 10



Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación:

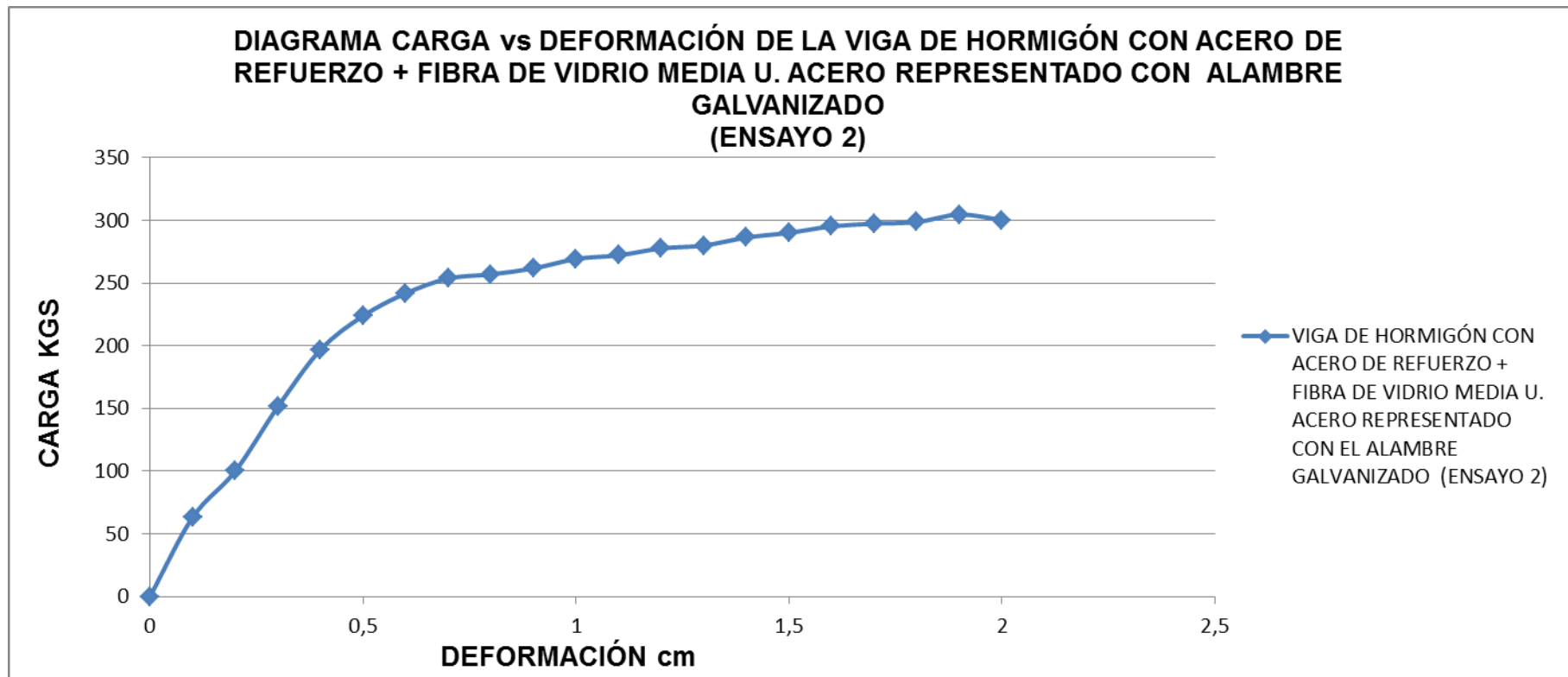
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio Media U “ensayo 1” a flexión soportó una carga máxima de 308,7 kg con una deformación de 1,9 cm.

TABLA # 15

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO MEDIA U. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 2)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
63,1	0,1	16,4
100	0,2	16,3
151,3	0,3	16,2
196,8	0,4	16,1
223,8	0,5	16
241,8	0,6	15,9
253,7	0,7	15,8
257	0,8	15,7
261,7	0,9	15,6
269,3	1	15,5
272,2	1,1	15,4
277,7	1,2	15,3
280	1,3	15,2
286,4	1,4	15,1
290,1	1,5	15
295,3	1,6	14,9
297,4	1,7	14,8
298,7	1,8	14,7
304,7	1,9	14,6
300,3	2	14,4

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 11



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

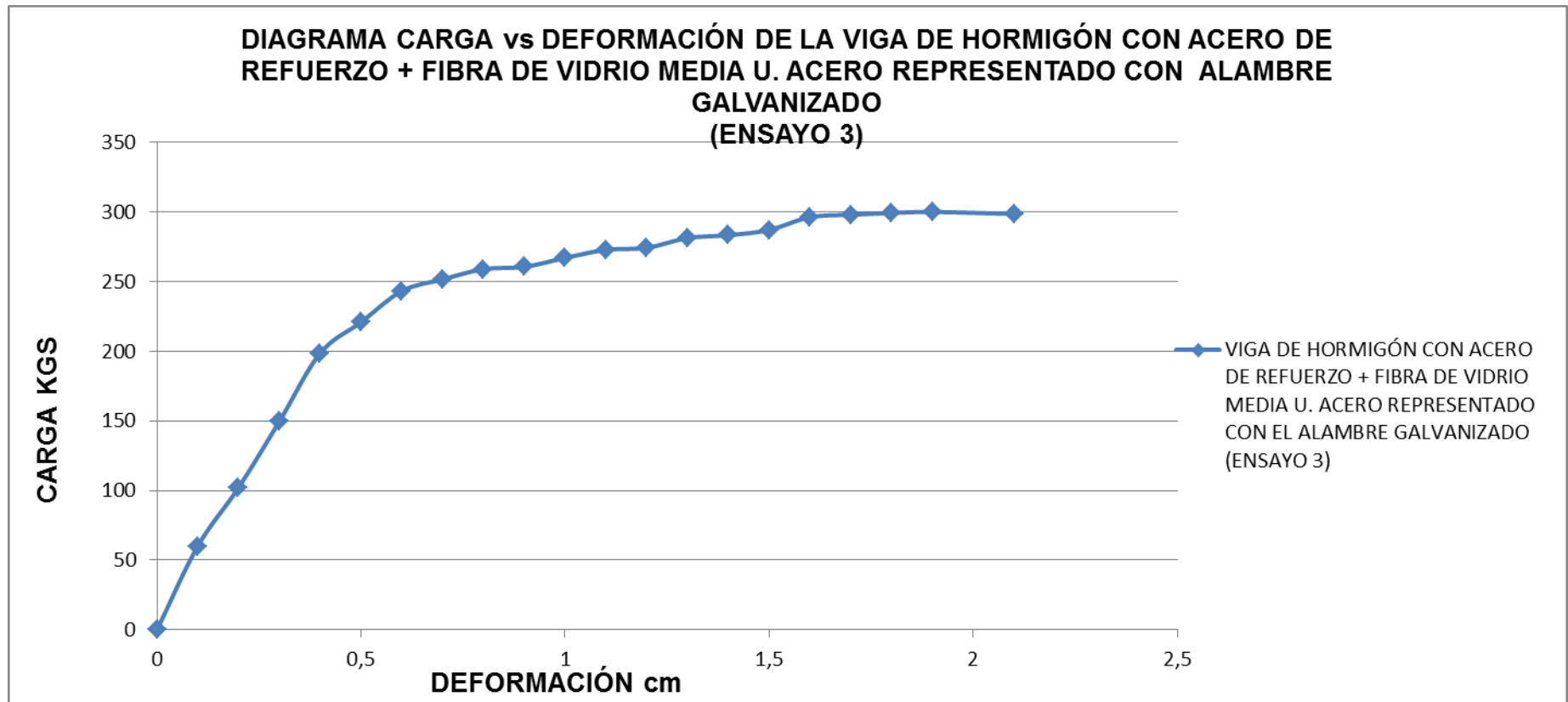
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio Media U “ensayo 2” a flexión soportó una carga máxima de 304,7 kg con una deformación de 1,9 cm.

TABLA # 16

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO MEDIA U. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 3)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,3
60,1	0,1	16,2
102,1	0,2	16,1
149,7	0,3	16
198,7	0,4	15,9
220,9	0,5	15,8
243,3	0,6	15,7
251,7	0,7	15,6
259	0,8	15,5
260,7	0,9	15,4
267,1	1	15,3
272,9	1,1	15,2
274,3	1,2	15,1
281,4	1,3	15
283,4	1,4	14,9
287,2	1,5	14,8
296,4	1,6	14,7
298,1	1,7	14,6
299,4	1,8	14,5
300,1	1,9	14,4
298,7	2,1	14,2

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 12



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

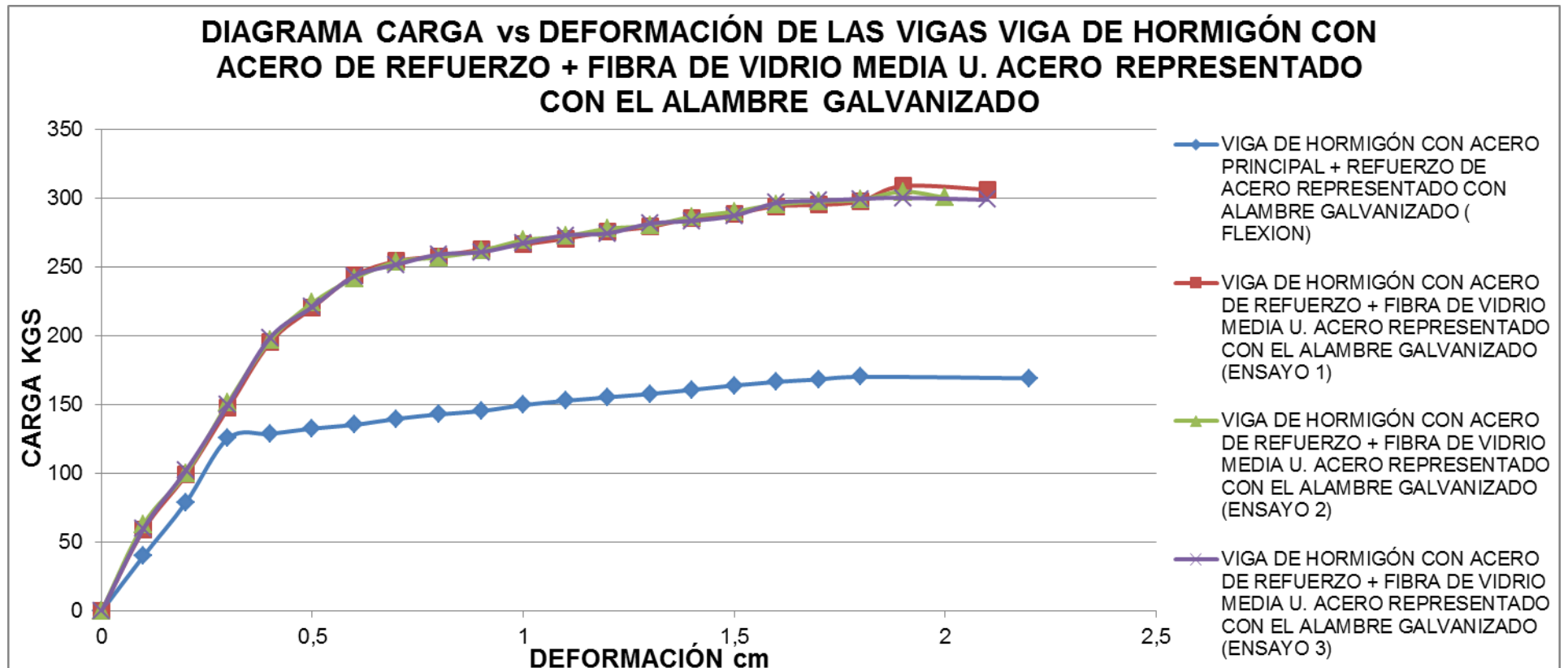
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio Media U “ensayo 3” a flexión soportó una carga máxima de 300,1 kg con una deformación de 1,9 cm.

TABLA # 17

RESULTADOS DE LA VIGA PATRÓN Y VIGAS CON REFUERZO DE FIBRA DE VIDRIO (MEDIA U)							
VIGA PATRÓN		VIGA (ENSAYO 1)		VIGA (ENSAYO 2)		VIGA (ENSAYO 3)	
CARGA	DEFORMACIÓN	CARGA	DEFORMACIÓN	CARGA	DEFORMACIÓN	CARGA	DEFORMACIÓN
Kg	cm	Kg	cm	Kg	cm	Kg	cm
0	0	0	0	0	0	0	0
40,2	0,1	59,3	0,1	63,1	0,1	60,1	0,1
78,8	0,2	98,9	0,2	100	0,2	102,1	0,2
125,5	0,3	147,5	0,3	151,3	0,3	149,7	0,3
128,7	0,4	195,3	0,4	196,8	0,4	198,7	0,4
132,6	0,5	220,3	0,5	223,8	0,5	220,9	0,5
135,3	0,6	243,7	0,6	241,8	0,6	243,3	0,6
139,7	0,7	254,2	0,7	253,7	0,7	251,7	0,7
142,9	0,8	257,8	0,8	257	0,8	259	0,8
145,3	0,9	262,5	0,9	261,7	0,9	260,7	0,9
149,6	1	266,4	1	269,3	1	267,1	1
152,8	1,1	270,5	1,1	272,2	1,1	272,9	1,1
155,3	1,2	275,8	1,2	277,7	1,2	274,3	1,2
157,7	1,3	279,1	1,3	280	1,3	281,4	1,3
160,7	1,4	285,6	1,4	286,4	1,4	283,4	1,4
163,9	1,5	288,8	1,5	290,1	1,5	287,2	1,5
166,5	1,6	294,1	1,6	295,3	1,6	296,4	1,6
168,3	1,7	295	1,7	297,4	1,7	298,1	1,7
170,2	1,8	297,7	1,8	298,7	1,8	299,4	1,8
169,1	2,2	308,7	1,9	304,7	1,9	300,1	1,9
- - - -	- - - -	306,1	2,1	300,3	2	298,7	2,1

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 13



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Todas las vigas de hormigón con refuerzo de fibra de vidrio Media U, soportaron más carga con menos deformación que la viga de hormigón con refuerzo de acero.

TABLA # 18

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO PRINCIPAL + REFUERZO DE ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (FLEXION)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
40,2	0,1	16,4
78,8	0,2	16,3
125,5	0,3	16,2
133,3	0,4	16,1
139,9	0,5	16
143,3	0,6	15,9
145,6	0,7	15,8
149,8	0,8	15,7
152,3	0,9	15,6
155,4	1	15,5
159,7	1,1	15,4
162,4	1,2	15,3
166,7	1,3	15,2
168,9	1,4	15,1
170,8	1,5	15
173,2	1,6	14,9
177,6	1,7	14,8
179,8	1,9	14,6
178,1	2,4	14,1

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

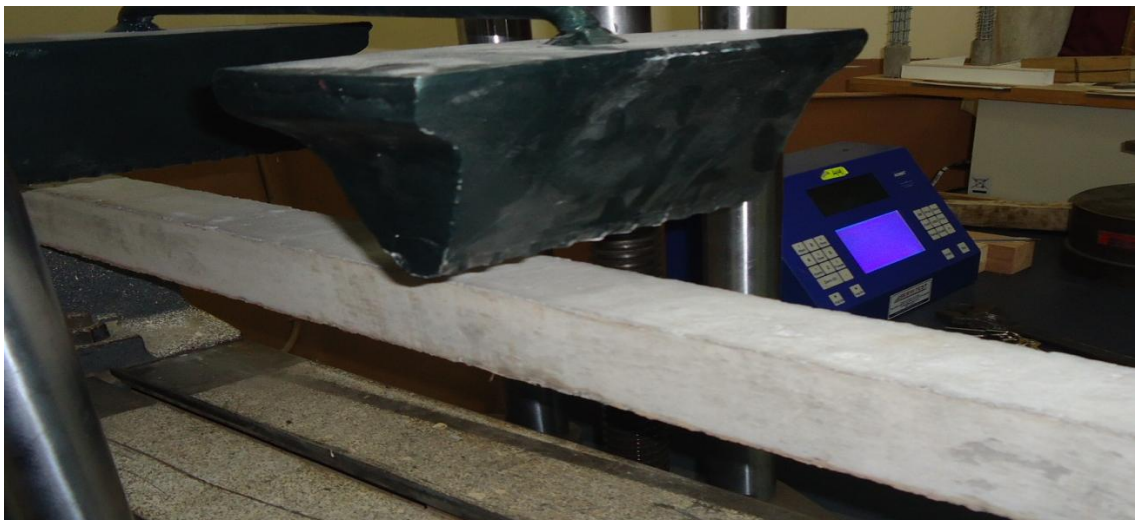
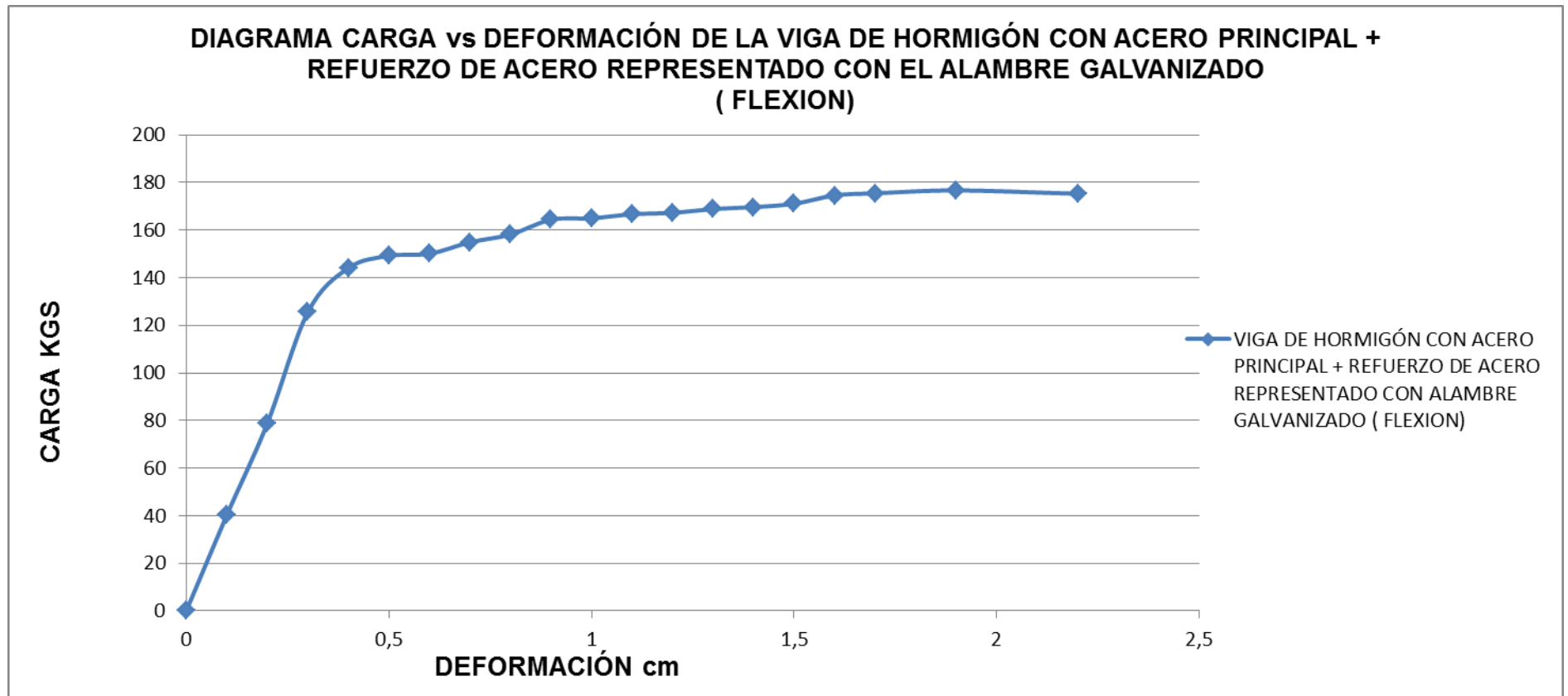


GRÁFICO # 14



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de acero a flexión soportó una carga máxima de 179,8 kg con una deformación de 1,9 cm.

TABLA # 19

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO U COMPLETA. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 1)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
60,4	0,1	16,4
93,3	0,2	16,3
153,3	0,3	16,2
169,4	0,4	16,1
178,2	0,5	16
199,4	0,6	15,9
216,3	0,7	15,8
229,7	0,8	15,7
241,1	0,9	15,6
250,6	1	15,5
254	1,1	15,4
262,2	1,2	15,3
267,1	1,3	15,2
275,4	1,4	15,1
280,8	1,5	15
295,1	1,6	14,9
303,1	1,7	14,8
313,3	1,8	14,7
330,8	1,9	14,6
342,2	2	14,5
340,1	2,1	14,4

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

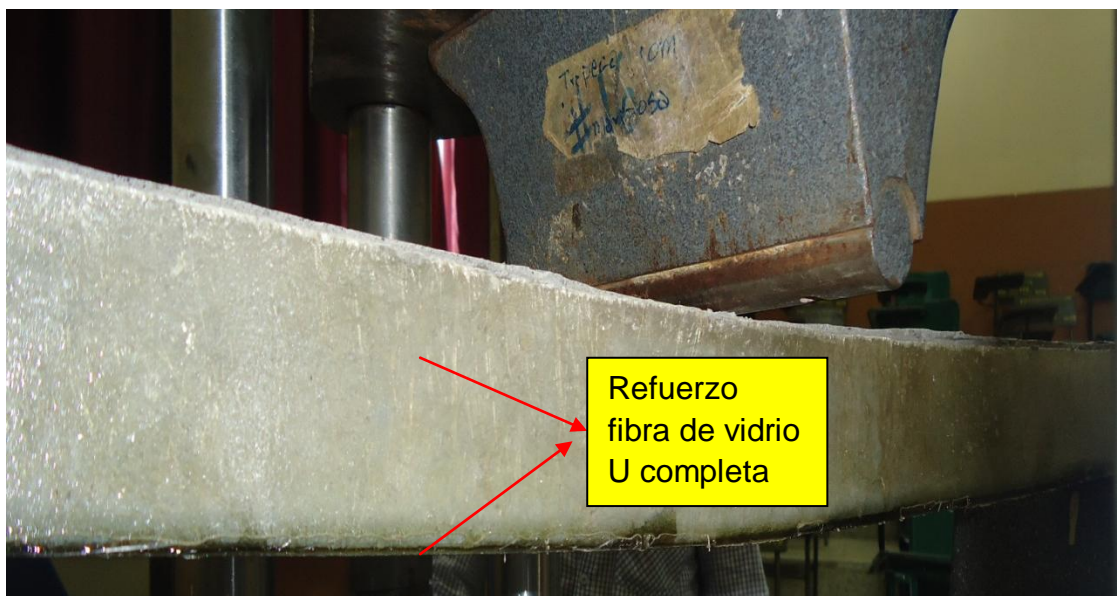
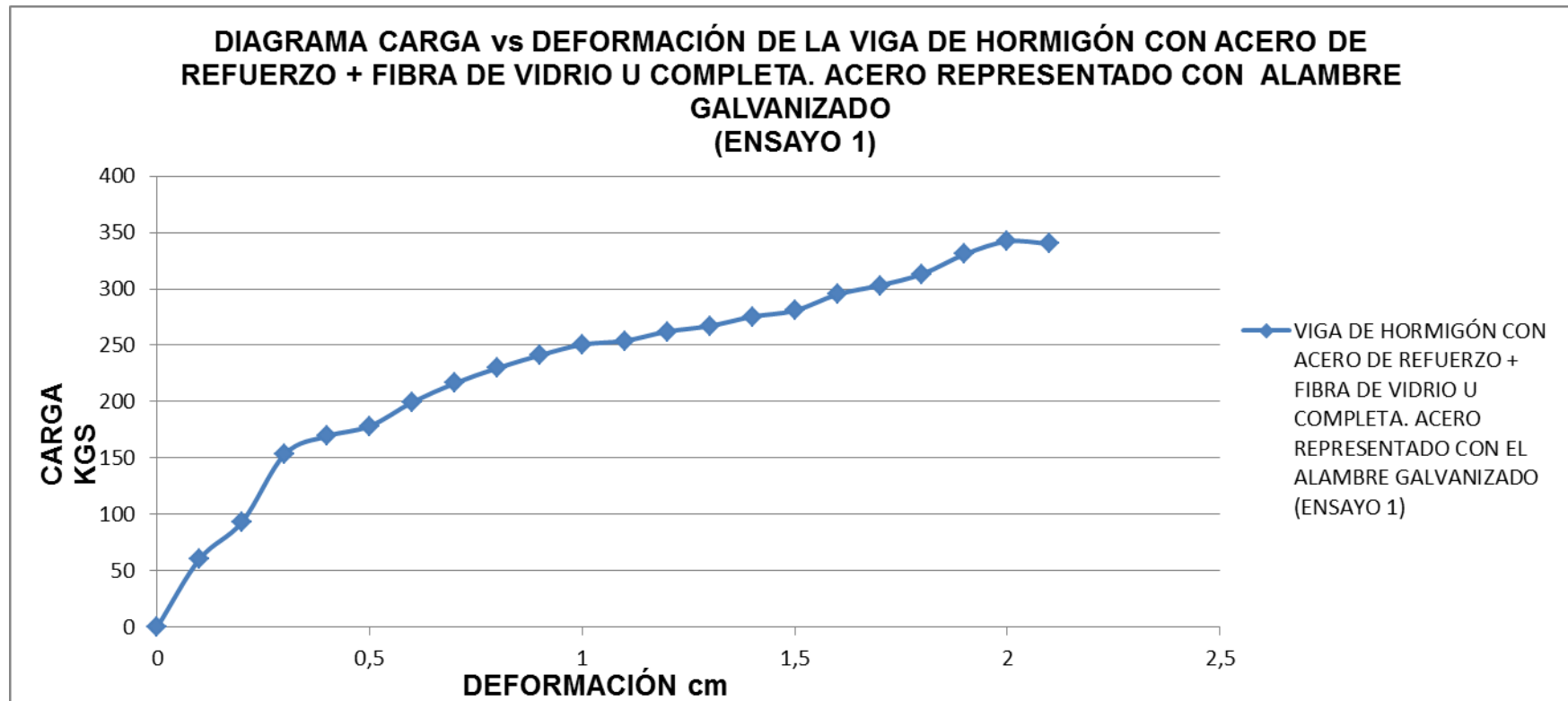


GRÁFICO # 15



Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación:

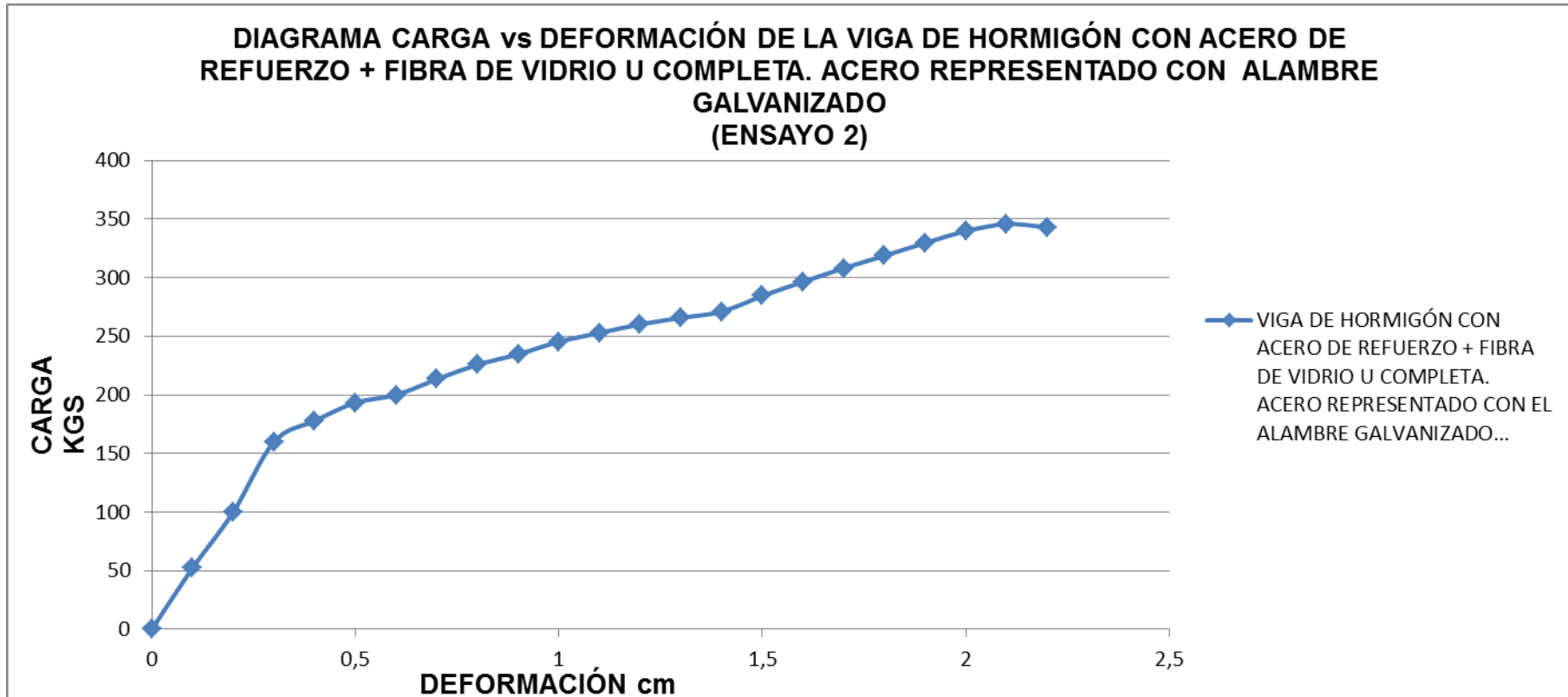
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio U completa “ensayo 1” a flexión soportó una carga máxima de 342,2 kg con una deformación de 2 cm.

TABLA # 20

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO U COMPLETA. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 2)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,4
52,3	0,1	16,3
100	0,2	16,2
159,9	0,3	16,1
177,9	0,4	16
193,3	0,5	15,9
200	0,6	15,8
213,4	0,7	15,7
225,8	0,8	15,6
234,7	0,9	15,5
245,4	1	15,4
252,9	1,1	15,3
260,3	1,2	15,2
265,8	1,3	15,1
271,1	1,4	15
284,5	1,5	14,9
296,6	1,6	14,8
308,2	1,7	14,7
318,8	1,8	14,6
329,7	1,9	14,5
339,8	2	14,4
345,8	2,1	14,3
343,1	2,2	14,2

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 16



Interpretación:

Elaborado por: Ego. Diego Lucio

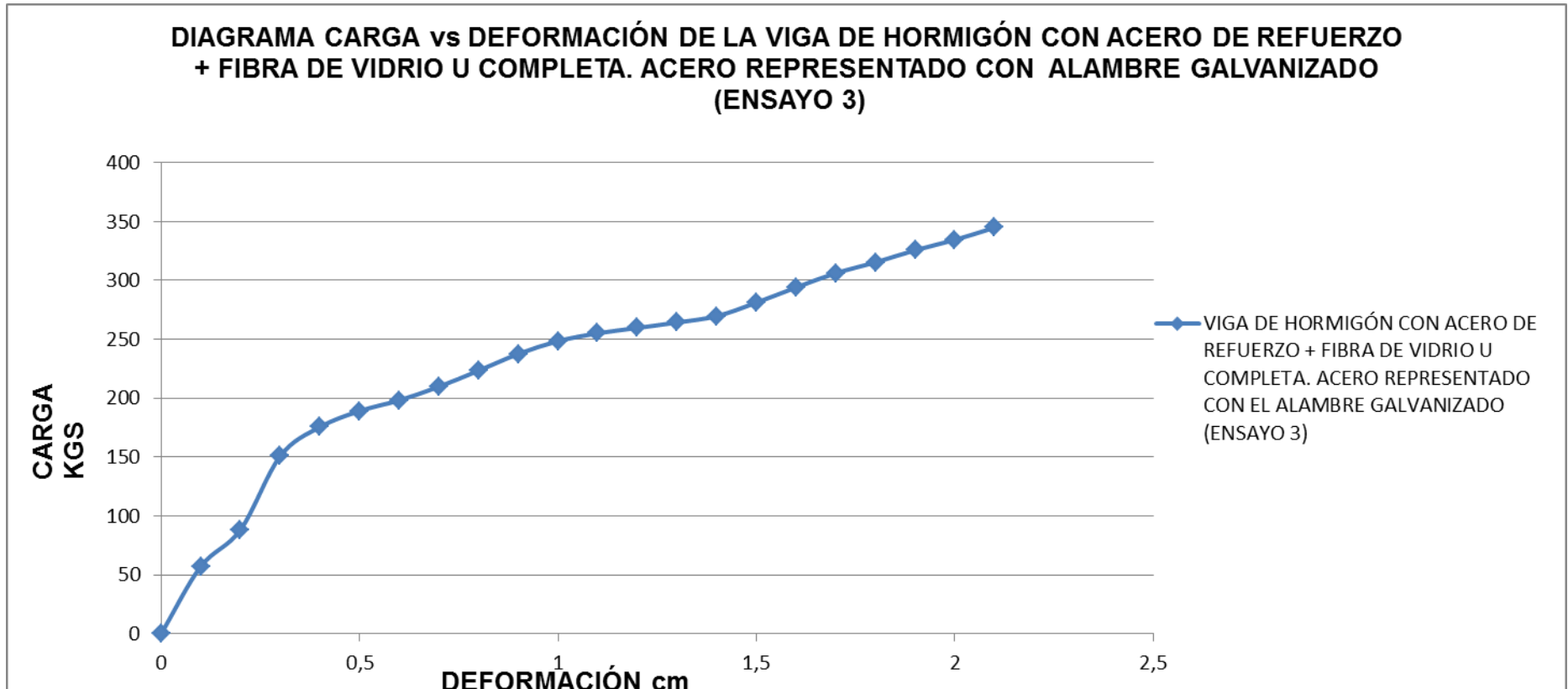
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio U completa “ensayo 2” a flexión soportó una carga máxima de 345,8 kg con una deformación de 2,1 cm.

TABLA # 21

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO U COMPLETA. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 3)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,4
57,1	0,1	16,3
88,3	0,2	16,2
150,8	0,3	16,1
175,5	0,4	16
189,1	0,5	15,9
198,2	0,6	15,8
209,8	0,7	15,7
223,4	0,8	15,6
237,6	0,9	15,5
248,5	1	15,4
255,1	1,1	15,3
259,7	1,2	15,2
264,3	1,3	15,1
269,7	1,4	15
281,2	1,5	14,9
294,1	1,6	14,8
306,2	1,7	14,7
315,4	1,8	14,6
325,7	1,9	14,5
334,5	2	14,4
344,9	2,1	14,3
340,1	2,2	14,2

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 17



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

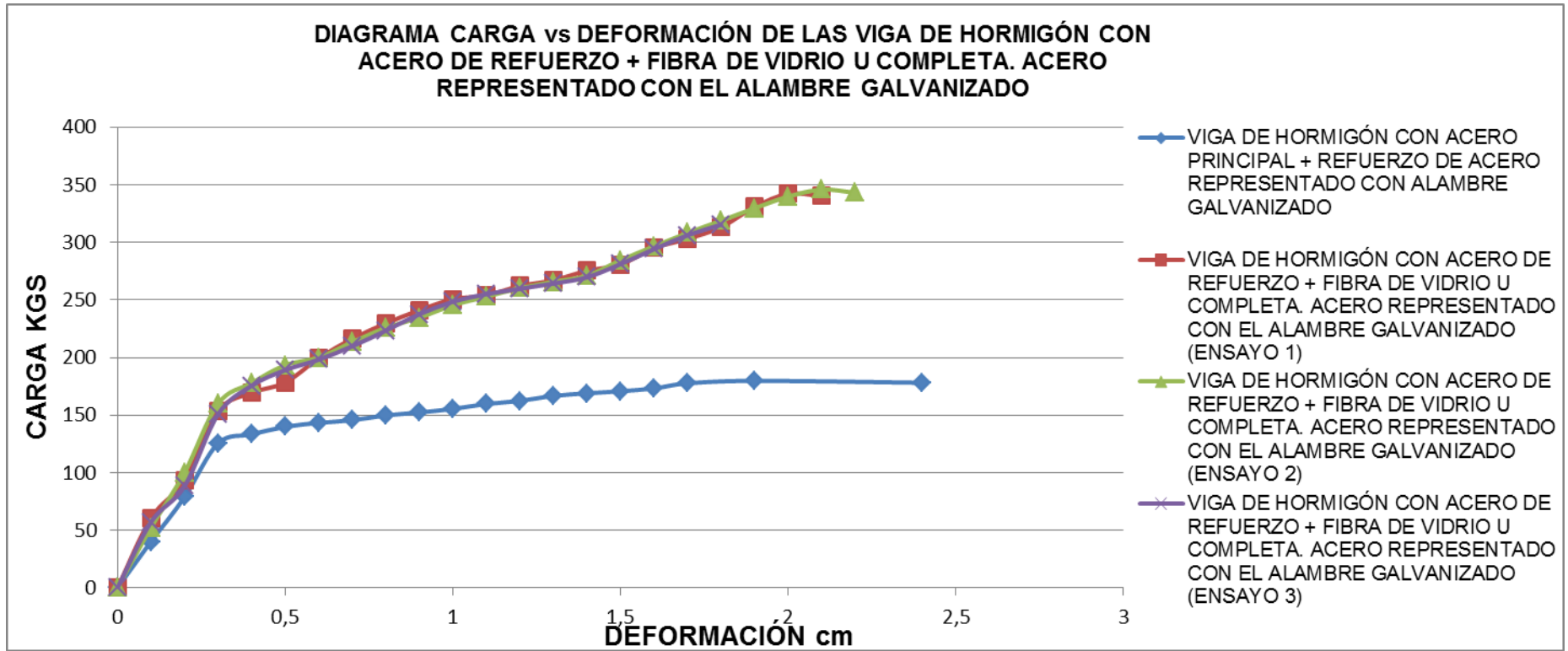
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio U completa “ensayo 3” a flexión soportó una carga máxima de 344,9 kg con una deformación de 2,1 cm.

TABLA # 22

RESULTADOS DE LA VIGA PATRÓN Y VIGAS CON REFUERZO DE FIBRA DE VIDRIO (U COMPLETA)							
VIGA PATRÓN		VIGA (ENSAYO 1)		VIGA (ENSAYO 2)		VIGA (ENSAYO 3)	
CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm	CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm	CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm	CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm
0	0	0	0	0	0	0	0
40,2	0,1	60,4	0,1	52,3	0,1	57,1	0,1
78,8	0,2	93,3	0,2	100	0,2	88,3	0,2
125,5	0,3	153,3	0,3	159,9	0,3	150,8	0,3
133,3	0,4	169,4	0,4	177,9	0,4	175,5	0,4
139,9	0,5	178,2	0,5	193,3	0,5	189,1	0,5
143,3	0,6	199,4	0,6	200	0,6	198,2	0,6
145,6	0,7	216,3	0,7	213,4	0,7	209,8	0,7
149,8	0,8	229,7	0,8	225,8	0,8	223,4	0,8
152,3	0,9	241,1	0,9	234,7	0,9	237,6	0,9
155,4	1	250,6	1	245,4	1	248,5	1
159,7	1,1	254	1,1	252,9	1,1	255,1	1,1
162,4	1,2	262,2	1,2	260,3	1,2	259,7	1,2
166,7	1,3	267,1	1,3	265,8	1,3	264,3	1,3
168,9	1,4	275,4	1,4	271,1	1,4	269,7	1,4
170,8	1,5	280,8	1,5	284,5	1,5	281,2	1,5
173,2	1,6	295,1	1,6	296,6	1,6	294,1	1,6
177,6	1,7	303,1	1,7	308,2	1,7	306,2	1,7
179,8	1,9	313,3	1,8	318,8	1,8	315,4	1,8
178,1	2,4	330,8	1,9	329,7	1,9	325,7	1,9
- - - -	- - - -	342,2	2	339,8	2	334,5	2
- - - -	- - - -	340,1	2,1	345,8	2,1	344,9	2,1
- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	343,1	2,2	340,1	2,2

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 18



Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación:

Todas las vigas de hormigón con refuerzo de fibra de vidrio U completa, soportaron más carga con menos deformación que la viga de hormigón con refuerzo de acero.

VIGAS ENSAYADAS A CORTE

TABLA # 23

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO PRINCIPAL + REFUERZO DE ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (CORTE)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,4
100	0,1	16,3
113,2	0,2	16,2
156,8	0,3	16,1
195,7	0,4	16
220,5	0,5	15,9
241,1	0,6	15,8
275,6	0,7	15,7
293,3	0,8	15,6
302,4	0,9	15,5
312,5	1	15,4
315,6	1,1	15,3
326,7	1,2	15,2
337,4	1,3	15,1
340,2	1,4	15
341	1,5	14,9
343,6	1,6	14,8
346,6	1,7	14,7
351,4	1,8	14,6
352,5	2	14,4
354,4	2,1	14,3
355,8	2,2	14,2
359,3	2,3	14,1
361	2,4	14
363,8	2,5	13,9
360,1	2,7	13,7

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

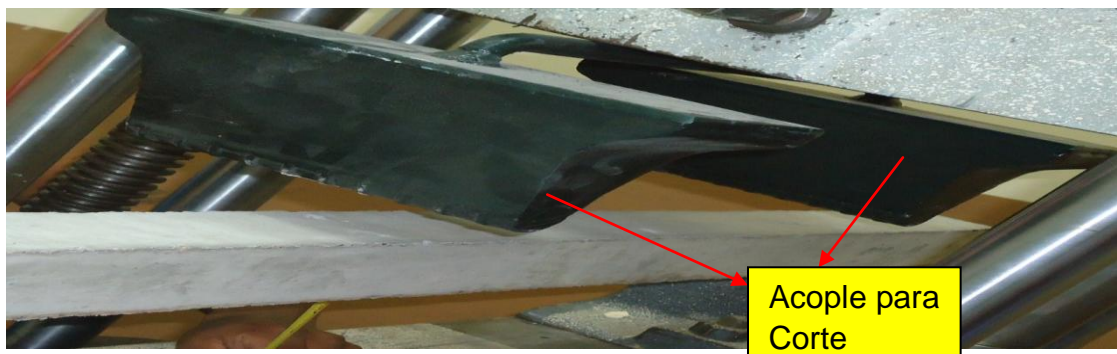
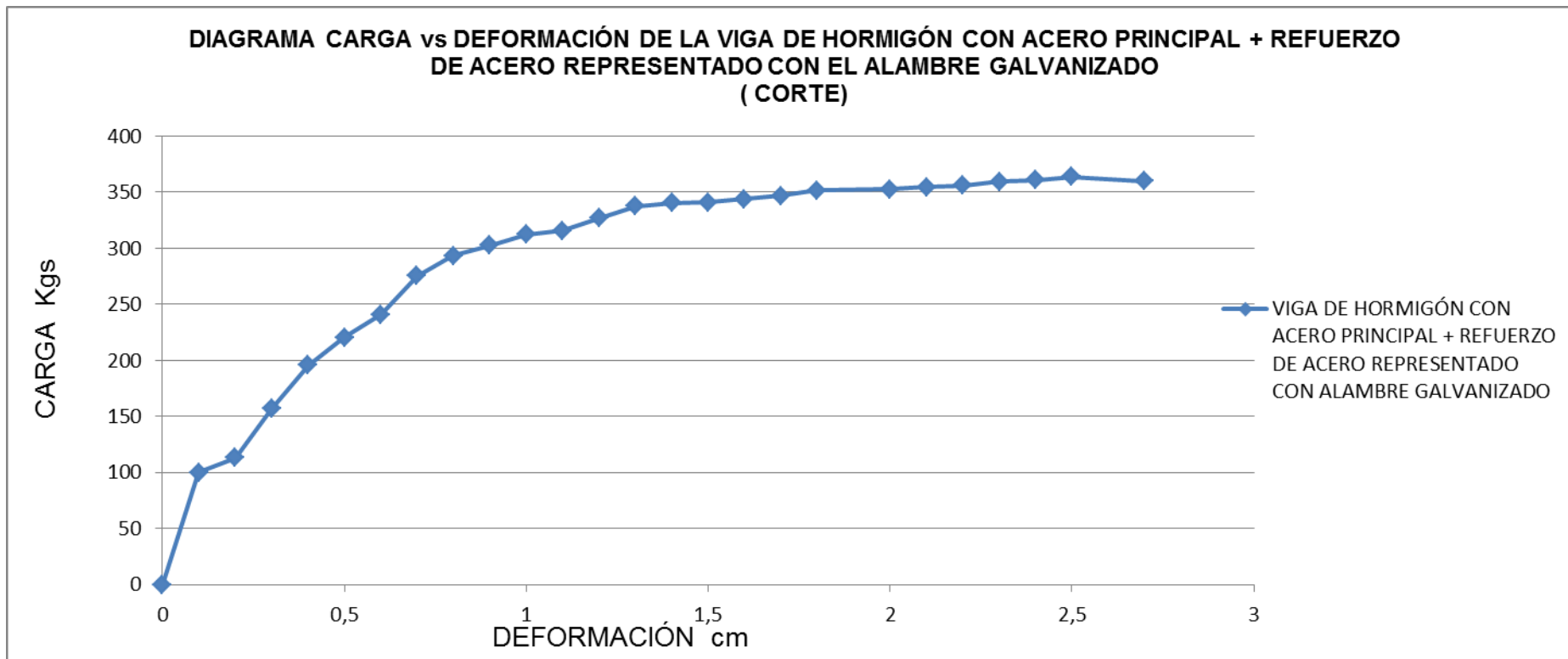


GRÁFICO # 19



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de acero a corte soportó una carga máxima de 363,8kg con una deformación de 2,5 cm.

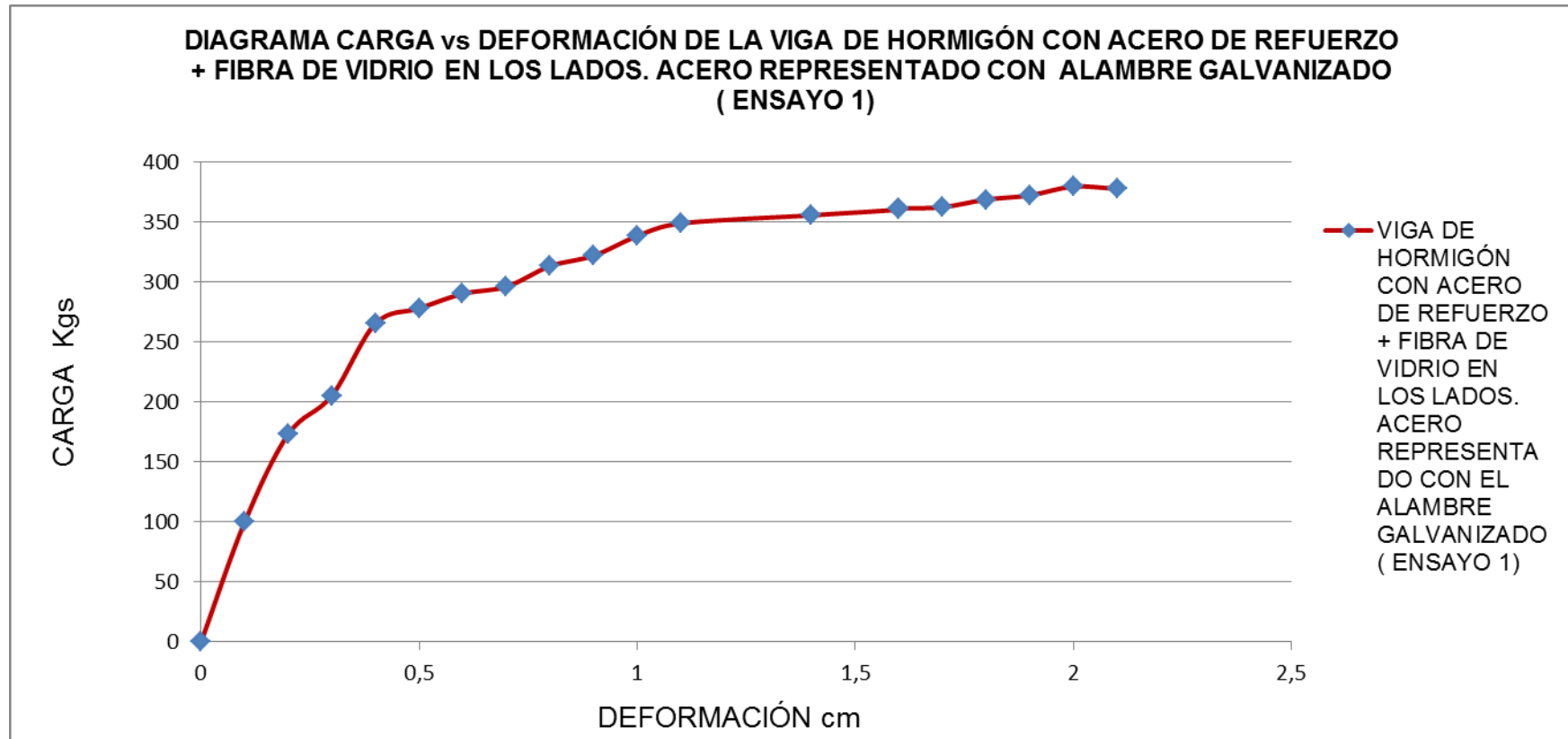
TABLA # 24

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO EN LOS LADOS. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 1)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,4
100	0,1	16,3
173,3	0,2	16,2
205,4	0,3	16,1
265,5	0,4	16
278,1	0,5	15,9
290,3	0,6	15,8
296,2	0,7	15,7
313,3	0,8	15,6
322	0,9	15,5
338,4	1	15,4
348,9	1,1	15,3
355,7	1,4	15,2
360,4	1,6	15,1
361,3	1,6	15
362,5	1,7	14,9
368,8	1,8	14,8
372,3	1,9	14,7
379,6	2	14,6
377,8	2,1	14,5

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio



GRÁFICO # 20



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

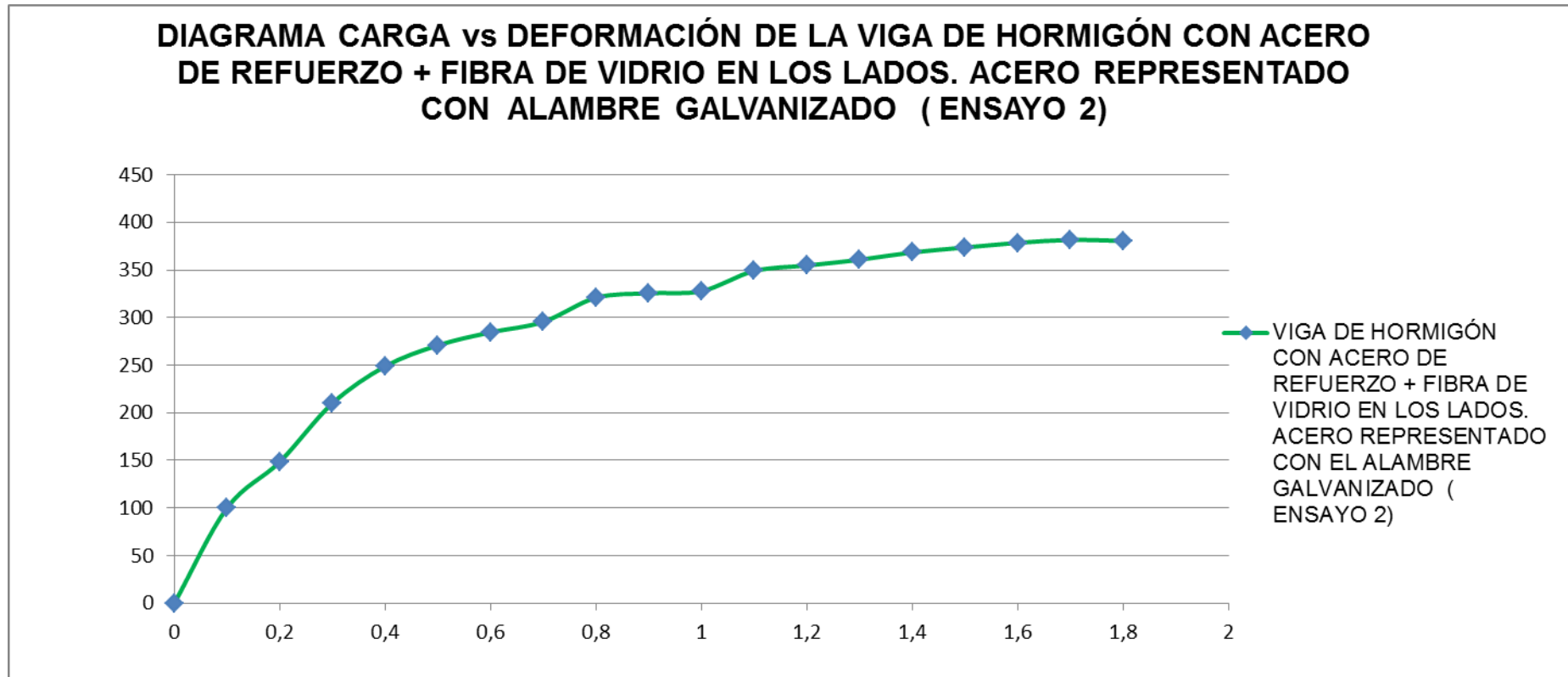
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio solo en los lados “ensayo 1” a corte soportó una carga máxima de 379,6kg con una deformación de 2cm.

TABLA # 25

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO EN LOS LADOS. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 2)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,4
100	0,1	16,3
148,5	0,2	16,2
210	0,3	16,1
248,7	0,4	16
270,8	0,5	15,9
284,5	0,6	15,8
295,5	0,7	15,7
320,8	0,8	15,6
325,5	0,9	15,5
327,7	1	15,4
348,9	1,1	15,3
354,7	1,2	15,2
360,7	1,3	15,1
368,4	1,4	15
373,6	1,5	14,9
378,5	1,6	14,8
381,6	1,7	14,7
380,5	1,8	14,6

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 21



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

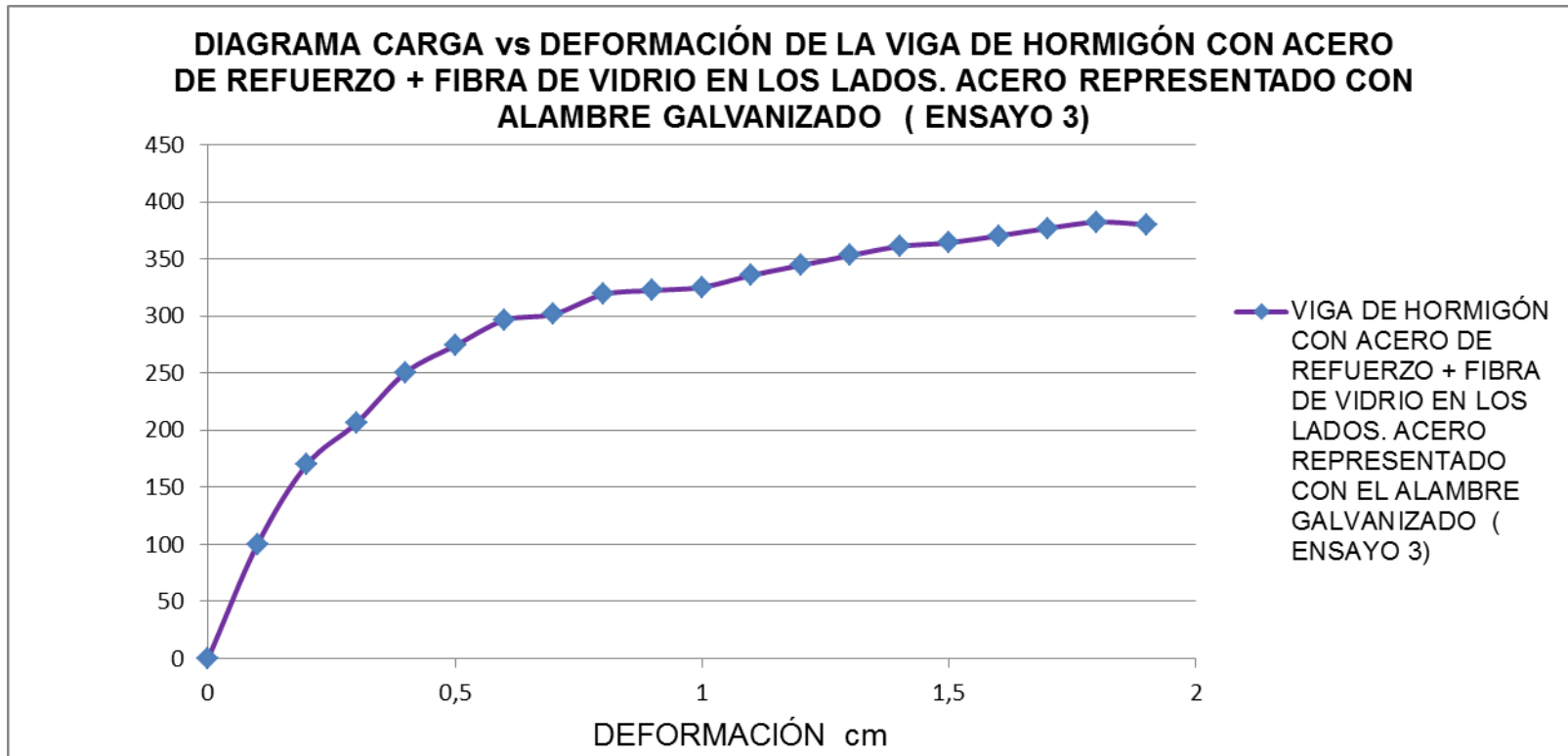
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio solo en los lados “ensayo 2” a corte soportó una carga máxima de 381,6kg con una deformación de 1,7cm.

TABLA # 26

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO EN LOS LADOS. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 3)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
100	0,1	16,4
169,9	0,2	16,3
206,1	0,3	16,2
250,5	0,4	16,1
274	0,5	16
296,4	0,6	15,9
301,6	0,7	15,8
318,9	0,8	15,7
322,4	0,9	15,6
325,2	1	15,5
335,7	1,1	15,4
344,4	1,2	15,3
353,1	1,3	15,2
361	1,4	15,1
364,2	1,5	15
370,3	1,6	14,9
376,8	1,7	14,8
382,3	1,8	14,7
380,1	1,9	14,6

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 22



Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación:

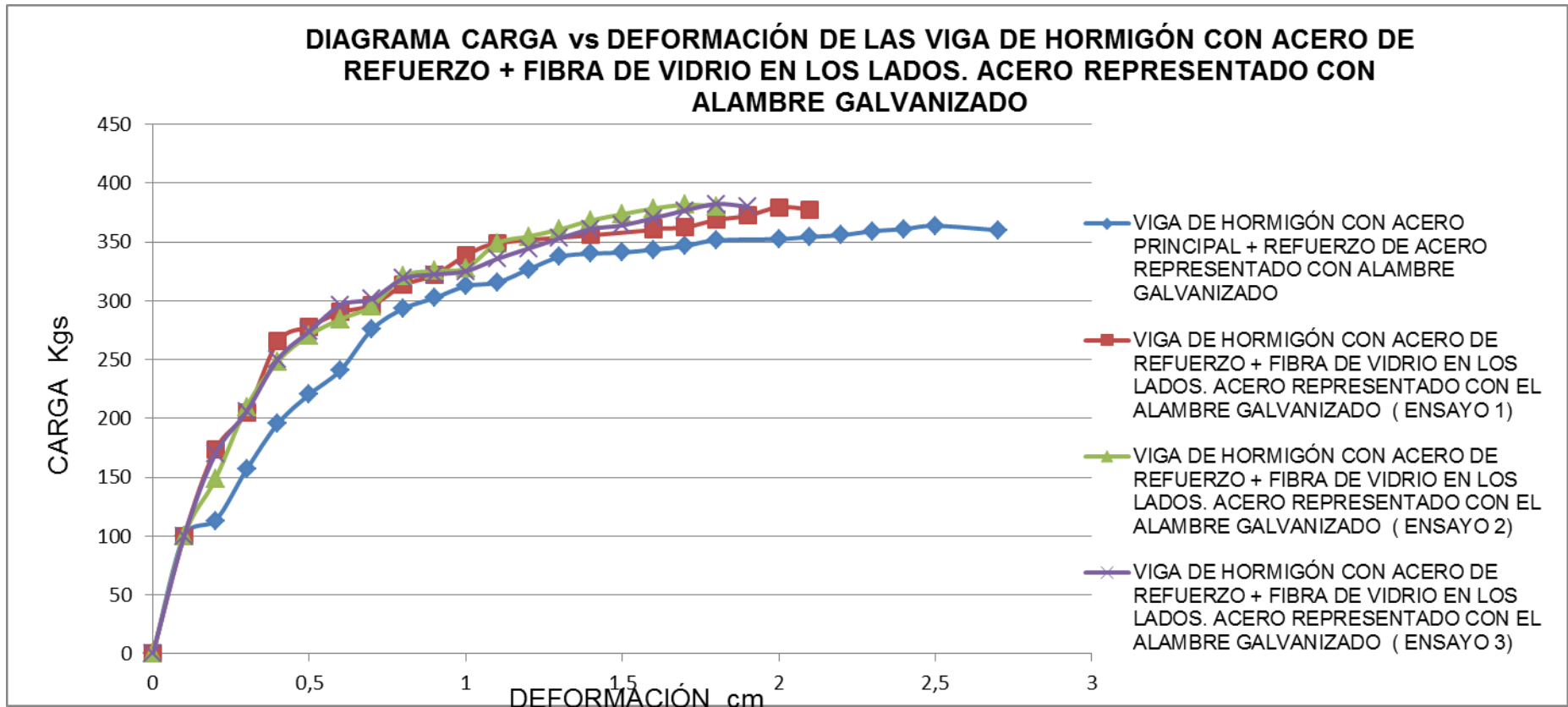
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio solo en los lados “ensayo 3” a corte soportó una carga máxima de 382,3kg con una deformación de 1,8cm.

TABLA # 27

RESULTADOS DE LA VIGA PATRÓN Y VIGAS CON REFUERZO DE FIBRA DE VIDRIO (SOLO LADOS)							
VIGA PATRÓN		VIGA (ENSAYO 1)		VIGA (ENSAYO 2)		VIGA (ENSAYO 3)	
CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm	CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm	CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm	CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm
0	0	0	0	0	0	0	0
100	0,1	100	0,1	100	0,1	100	0,1
113,2	0,2	173,3	0,2	148,5	0,2	169,9	0,2
156,8	0,3	205,4	0,3	210	0,3	206,1	0,3
195,7	0,4	265,5	0,4	248,7	0,4	250,5	0,4
220,5	0,5	278,1	0,5	270,8	0,5	274	0,5
241,1	0,6	290,3	0,6	284,5	0,6	296,4	0,6
275,6	0,7	296,2	0,7	295,5	0,7	301,6	0,7
293,3	0,8	313,3	0,8	320,8	0,8	318,9	0,8
302,4	0,9	322	0,9	325,5	0,9	322,4	0,9
312,5	1	338,4	1	327,7	1	325,2	1
315,6	1,1	348,9	1,1	348,9	1,1	335,7	1,1
326,7	1,2	355,7	1,4	354,7	1,2	344,4	1,2
337,4	1,3	360,4	1,6	360,7	1,3	353,1	1,3
340,2	1,4	361,3	1,6	368,4	1,4	361	1,4
341	1,5	362,5	1,7	373,6	1,5	364,2	1,5
343,6	1,6	368,8	1,8	378,5	1,6	370,3	1,6
346,6	1,7	372,3	1,9	381,6	1,7	376,8	1,7
351,4	1,8	379,6	2	380,5	1,8	382,3	1,8
352,5	2	377,8	2,1	- - - -	- - - -	380,1	1,9
354,4	2,1	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
355,8	2,2	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
359,3	2,3	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
361	2,4	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
363,8	2,5	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
360,1	2,7	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 23



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Todas las vigas de hormigón con refuerzo de fibra de vidrio EN LOS LADOS, soportaron más carga con menos deformación que la viga de hormigón con refuerzo de acero.

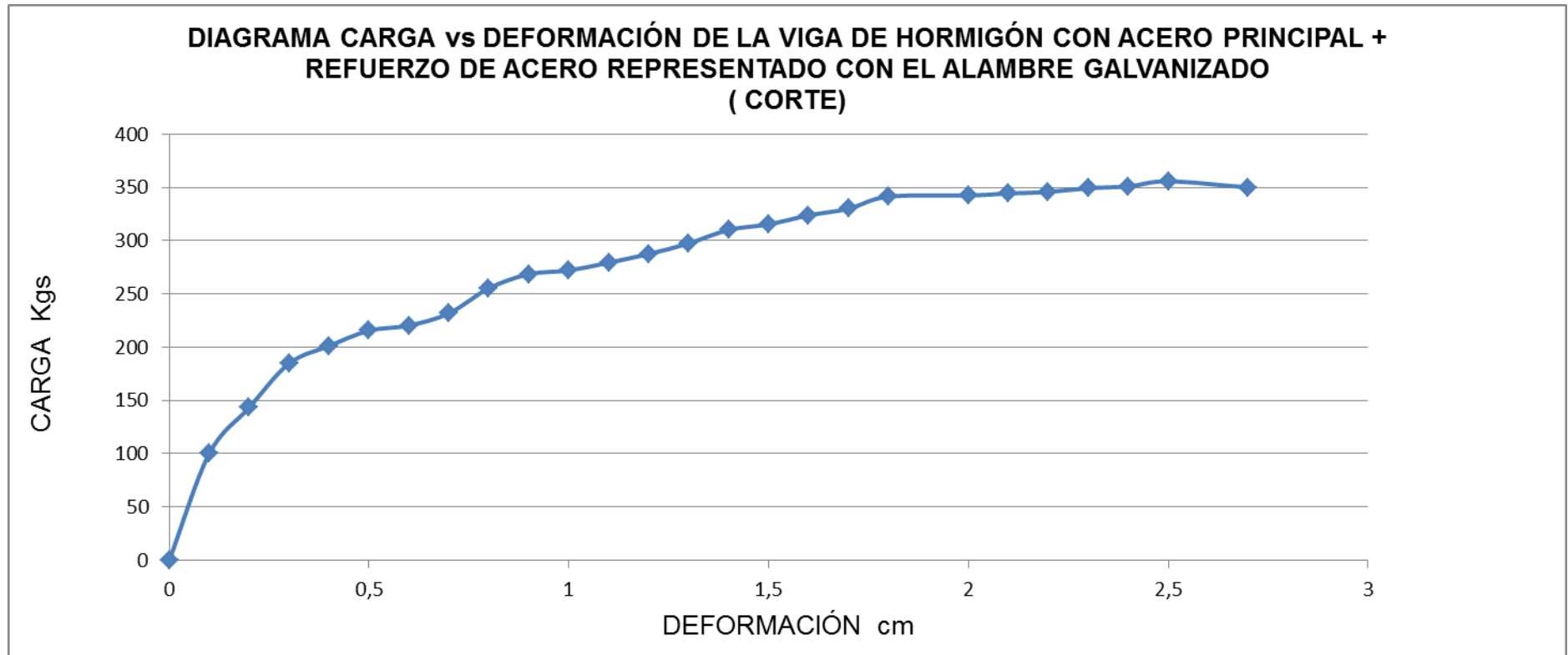
TABLA # 28

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO PRINCIPAL + REFUERZO DE ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (CORTE)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
100	0,1	16,4
143,3	0,2	16,3
184,7	0,3	16,2
201,2	0,4	16,1
215,6	0,5	16
220,4	0,6	15,9
231,9	0,7	15,8
255,4	0,8	15,7
268,6	0,9	15,6
272,2	1	15,5
279,5	1,1	15,4
287,6	1,2	15,3
297,5	1,3	15,2
310,2	1,4	15,1
315,4	1,5	15
323,8	1,6	14,9
330,1	1,7	14,8
341,4	1,8	14,7
342,5	2	14,5
344,4	2,1	14,4
345,8	2,2	14,3
349,3	2,3	14,2
351	2,4	14,1
355,8	2,5	14
350,1	2,7	13,8

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio



GRÁFICO # 24



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de acero a corte soportó una carga máxima de 355,8kg con una deformación de 2,8 cm

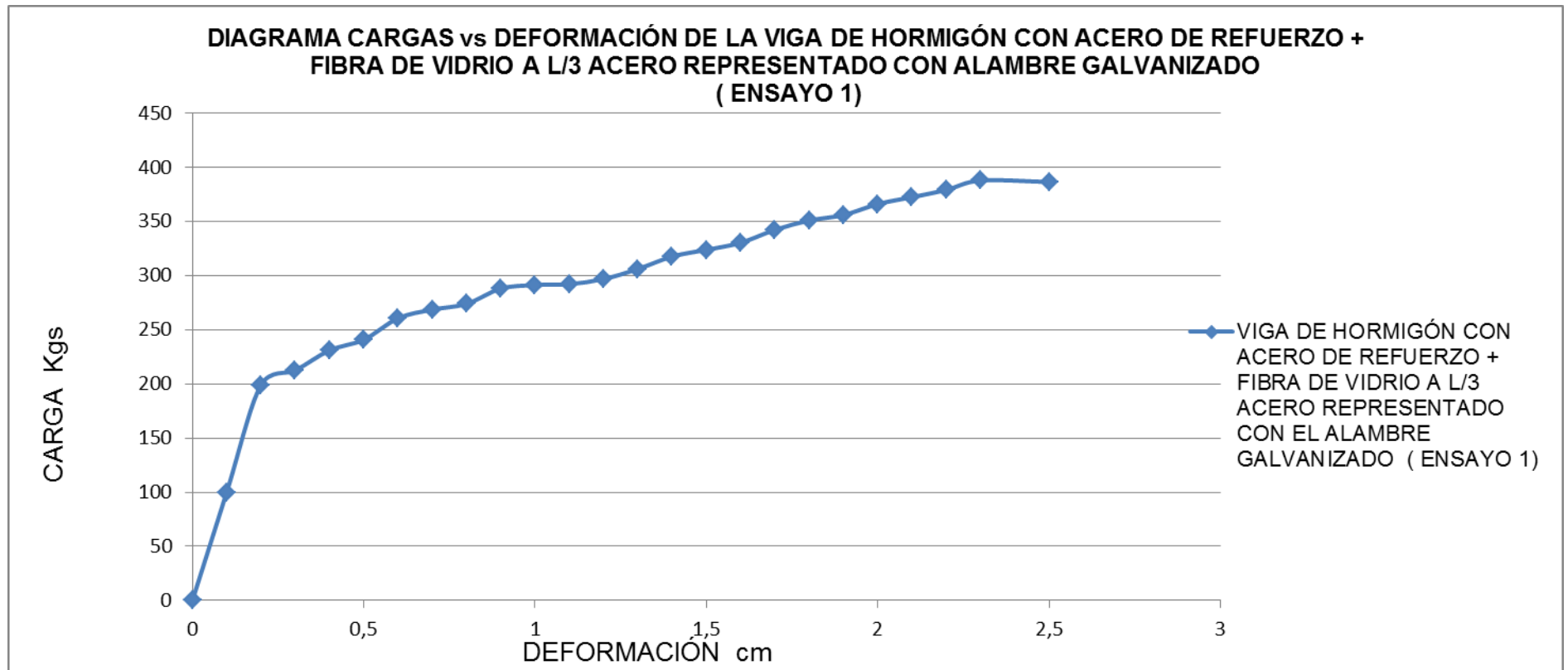
TABLA # 29

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO A L/3 ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 1)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
100	0,1	16,4
198,8	0,2	16,3
212,4	0,3	16,2
230,9	0,4	16,1
240,7	0,5	16
260,5	0,6	15,9
268,5	0,7	15,8
273,8	0,8	15,7
287,9	0,9	15,6
291,2	1	15,5
292	1,1	15,4
296,7	1,2	15,3
306	1,3	15,2
317,5	1,4	15,1
323,7	1,5	15
330,2	1,6	14,9
342,1	1,7	14,8
350,8	1,8	14,7
355,8	1,9	14,6
365,9	2	14,5
372,3	2,1	14,3
378,9	2,2	14,4
387,6	2,3	14,3
386,3	2,5	14

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio



GRÁFICO # 25



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

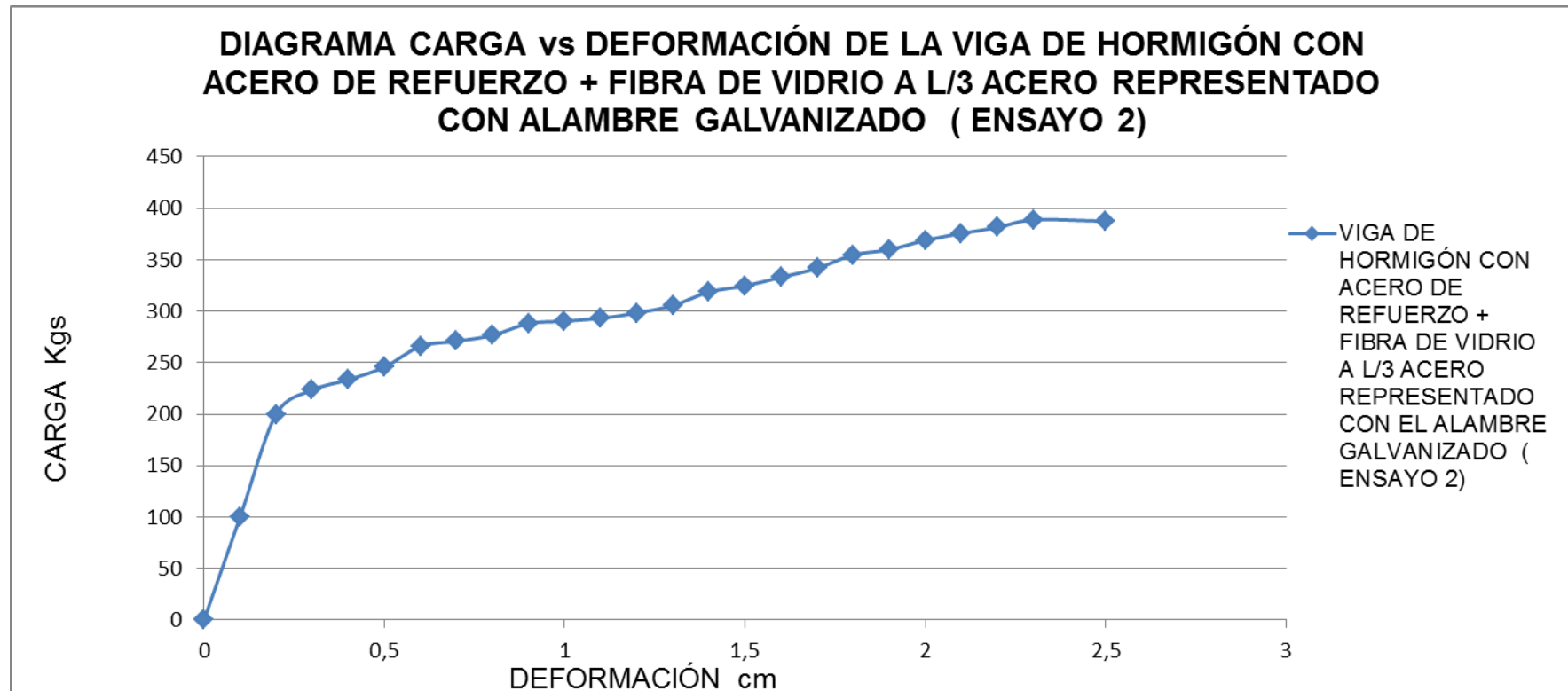
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio a L/3 “ensayo 1” a corte soportó una carga máxima de 387,6 kg con una deformación de 2,3 cm.

TABLA # 30

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO A L/3 ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 2)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
100	0,1	16,4
200	0,2	16,3
223,3	0,3	16,2
233,5	0,4	16,1
245,7	0,5	16
265,9	0,6	15,9
270,8	0,7	15,8
276,6	0,8	15,7
288,1	0,9	15,6
290,4	1	15,5
293,1	1,1	15,4
298,3	1,2	15,3
305,6	1,3	15,2
318,7	1,4	15,1
324,6	1,5	15
333,1	1,6	14,9
341,7	1,7	14,8
354,7	1,8	14,7
359,7	1,9	14,6
368,9	2	14,5
375,6	2,1	14,4
381,4	2,2	14,3
388,7	2,3	14,2
387,5	2,5	14

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 26



Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Interpretación:

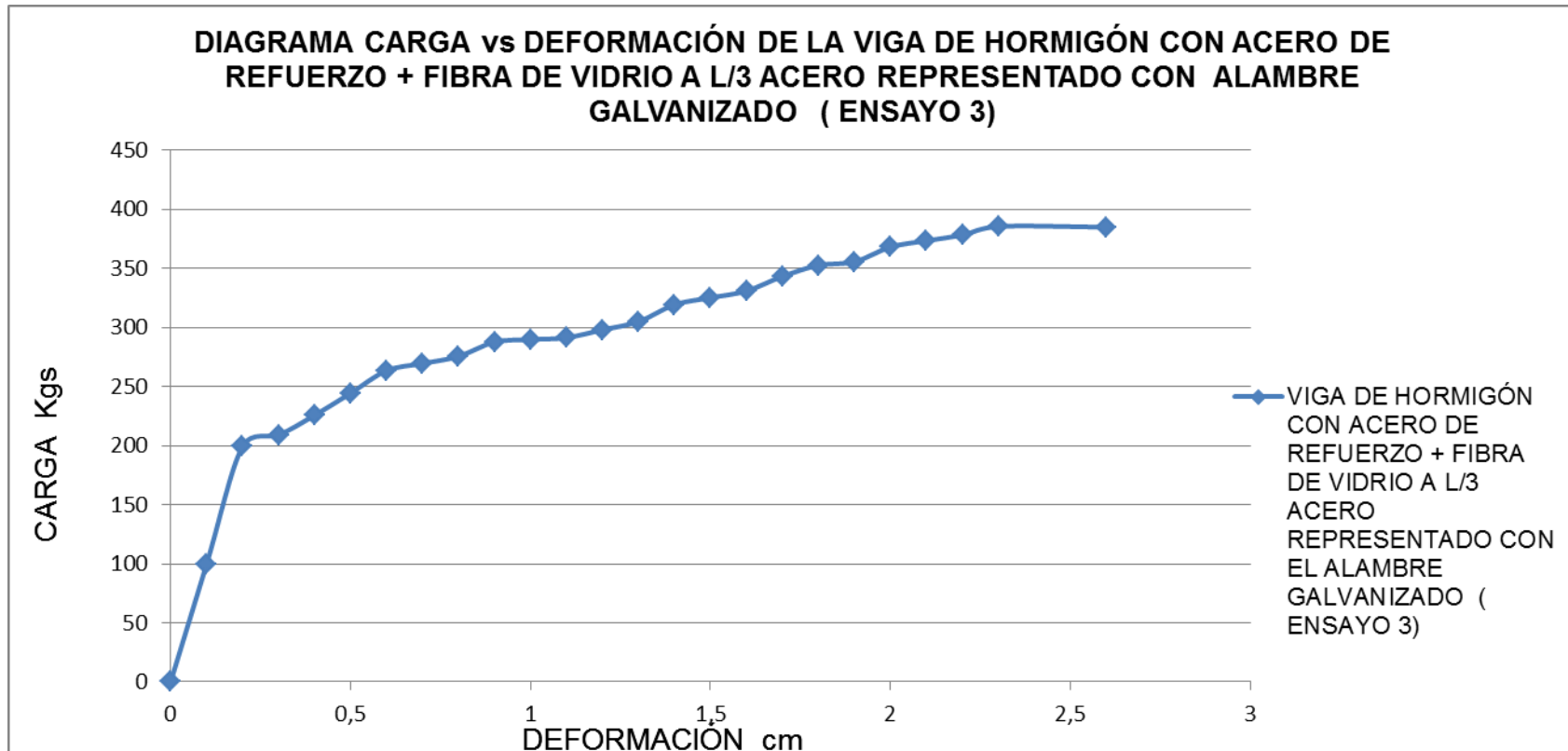
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio a L/3 “ensayo 2” a corte soportó una carga máxima de 388,7 kg con una deformación de 2,3 cm

TABLA # 31

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO A L/3 ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 3)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,4
99,5	0,1	16,3
199,2	0,2	16,2
208,9	0,3	16,1
225,6	0,4	16
244,3	0,5	15,9
263,4	0,6	15,8
269,4	0,7	15,7
275,5	0,8	15,6
287,6	0,9	15,5
289,7	1	15,4
291,3	1,1	15,3
298	1,2	15,2
304,9	1,3	15,1
319,2	1,4	15
325,1	1,5	14,9
330,8	1,6	14,8
343,2	1,7	14,7
352,5	1,8	14,6
355,5	1,9	14,5
368	2	14,4
373,3	2,1	14,3
378,1	2,2	14,2
385,4	2,3	14,1
384,8	2,6	14,4

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 27



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

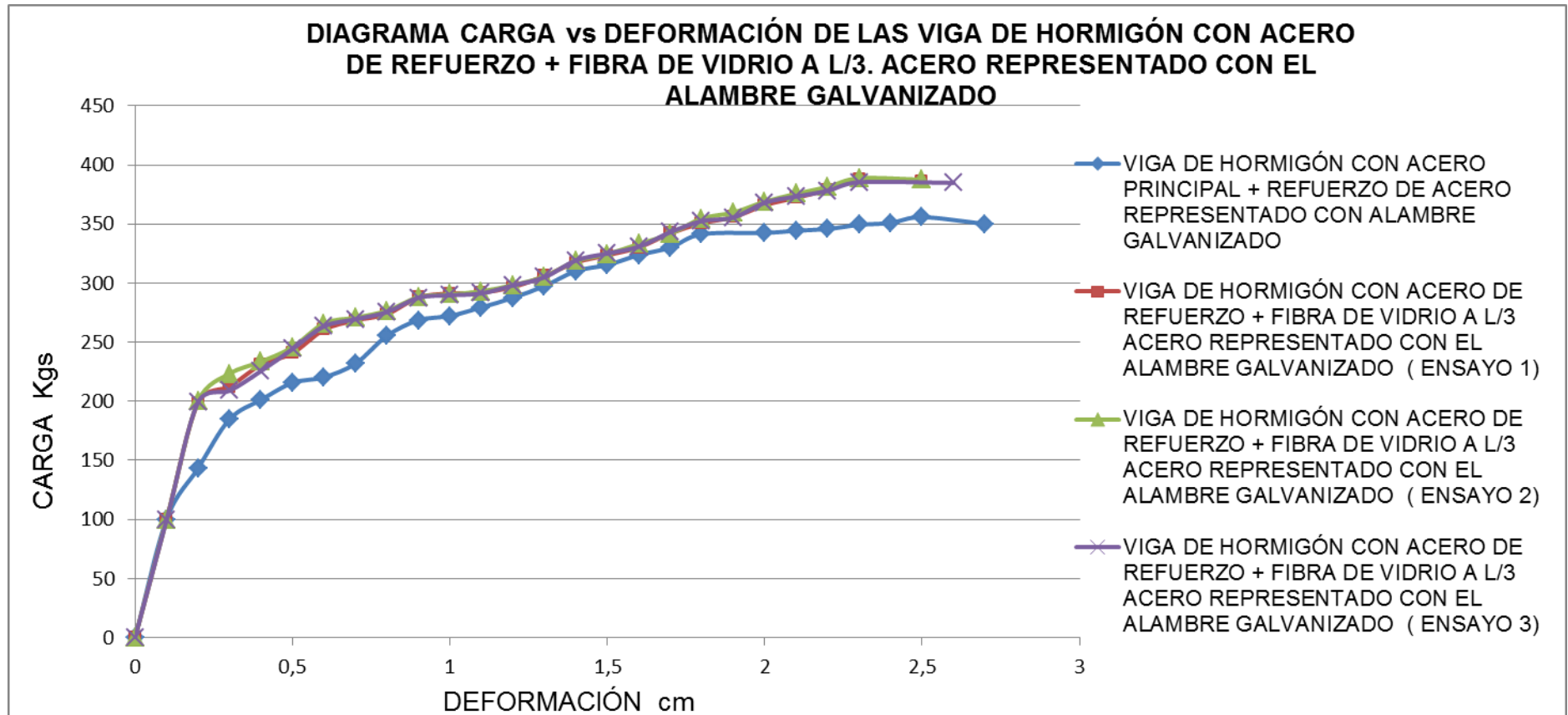
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio a L/3 “ensayo 3” a corte soportó una carga máxima de 385,4 kg con una deformación de 2,3 cm

TABLA # 32

RESULTADOS DE LA VIGA PATRÓN Y VIGAS CON REFUERZO DE FIBRA DE VIDRIO (L/3)							
VIGA PATRÓN		VIGA (ENSAYO 1)		VIGA (ENSAYO 2)		VIGA (ENSAYO 3)	
CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm	CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm	CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm	CARGA Kg	DEFORMACIÓN cm
0	0	0	0	0	0	0	0
100	0,1	100	0,1	100	0,1	99,5	0,1
143,3	0,2	198,8	0,2	200	0,2	199,2	0,2
184,7	0,3	212,4	0,3	223,3	0,3	208,9	0,3
201,2	0,4	230,9	0,4	233,5	0,4	225,6	0,4
215,6	0,5	240,7	0,5	245,7	0,5	244,3	0,5
220,4	0,6	260,5	0,6	265,9	0,6	263,4	0,6
231,9	0,7	268,5	0,7	270,8	0,7	269,4	0,7
255,4	0,8	273,8	0,8	276,6	0,8	275,5	0,8
268,6	0,9	287,9	0,9	288,1	0,9	287,6	0,9
272,2	1	291,2	1	290,4	1	289,7	1
279,5	1,1	292	1,1	293,1	1,1	291,3	1,1
287,6	1,2	296,7	1,2	298,3	1,2	298	1,2
297,5	1,3	306	1,3	305,6	1,3	304,9	1,3
310,2	1,4	317,5	1,4	318,7	1,4	319,2	1,4
315,4	1,5	323,7	1,5	324,6	1,5	325,1	1,5
323,8	1,6	330,2	1,6	333,1	1,6	330,8	1,6
330,1	1,7	342,1	1,7	341,7	1,7	343,2	1,7
341,4	1,8	350,8	1,8	354,7	1,8	352,5	1,8
342,5	2	355,8	1,9	359,7	1,9	355,5	1,9
344,4	2,1	365,9	2	368,9	2	368	2
345,8	2,2	372,3	2,1	375,6	2,1	373,3	2,1
349,3	2,3	378,9	2,2	381,4	2,2	378,1	2,2
351	2,4	387,6	2,3	388,7	2,3	385,4	2,3
355,8	2,5	386,3	2,5	387,5	2,5	384,8	2,6
350,1	2,7	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 28



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Todas las vigas de hormigón con refuerzo de fibra de vidrio “L/3” soportaron más carga con menos deformación que la viga de hormigón que tenía como refuerzo el acero.

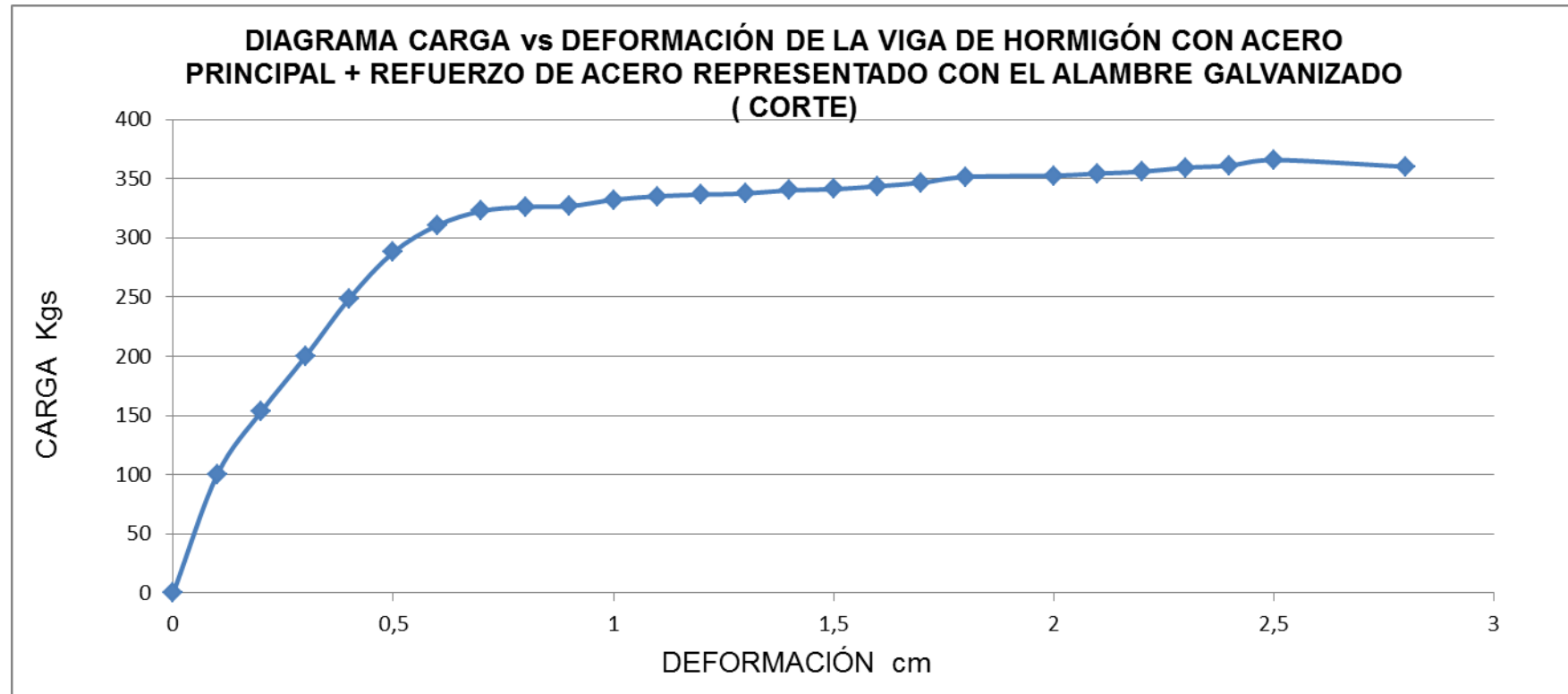
TABLA # 33

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO PRINCIPAL + REFUERZO DE ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (CORTE)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,4
100	0,1	16,3
153,3	0,2	16,2
199,6	0,3	16,1
248,8	0,4	16
287,7	0,5	15,9
310,5	0,6	15,8
322,6	0,7	15,7
326	0,8	15,6
326,7	0,9	15,5
332,2	1	15,4
335,1	1,1	15,3
336,5	1,2	15,2
337,4	1,3	15,1
340,2	1,4	15
341	1,5	14,9
343,6	1,6	14,8
346,6	1,7	14,7
351,4	1,8	14,6
352,5	2	14,4
354,4	2,1	14,3
355,8	2,2	14,2
359,3	2,3	14,1
361	2,4	14
365,8	2,5	13,9
360,1	2,8	13,6

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio



GRÁFICO # 29



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de acero a corte soportó una carga máxima de 365,8kg con una deformación de 2,5 cm.

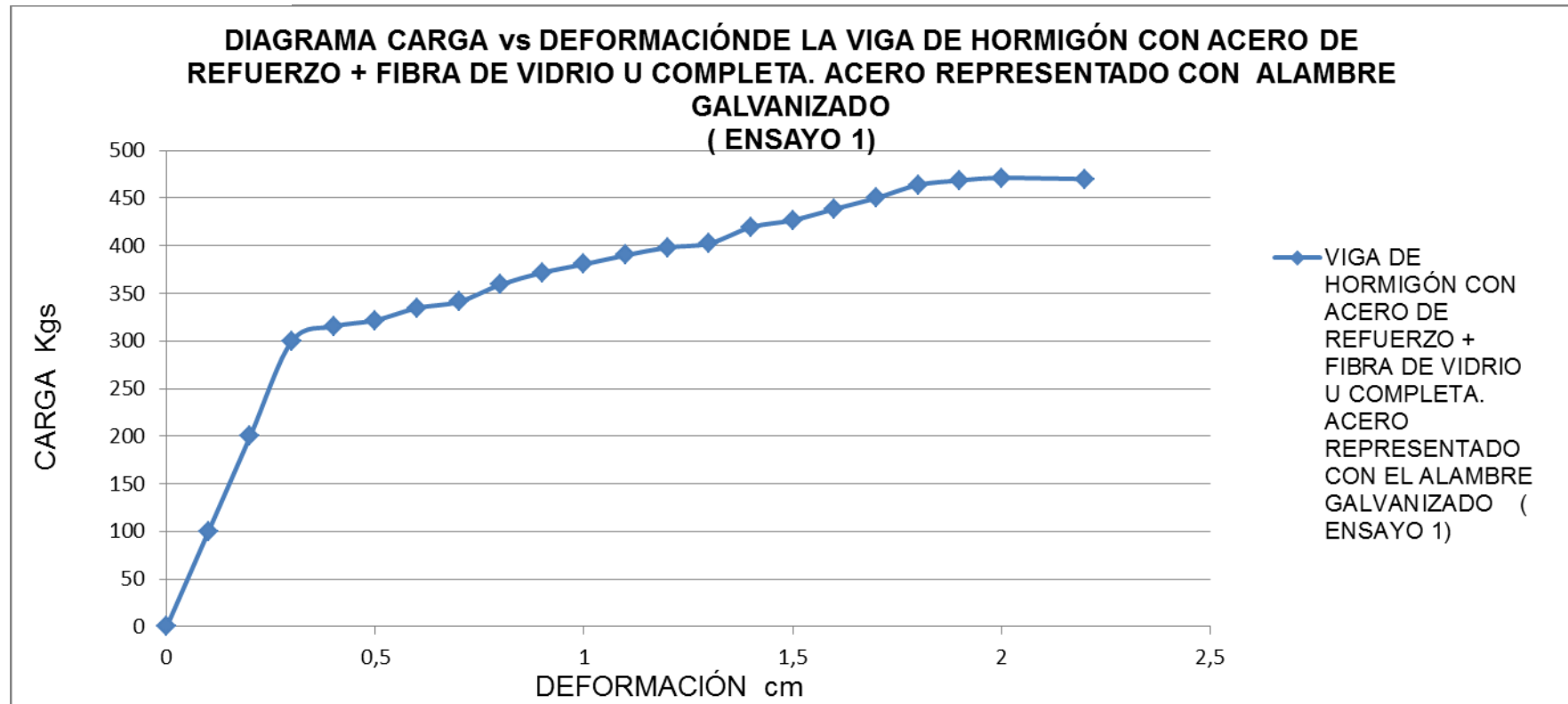
TABLA # 34

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO U COMPLETA. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 1)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
100	0,1	16,4
200	0,2	16,3
299,9	0,3	16,2
315,3	0,4	16,1
321,8	0,5	16
334,7	0,6	15,9
341,2	0,7	15,8
359,3	0,8	15,7
371,8	0,9	15,6
380,6	1	15,5
390,1	1,1	15,4
398,3	1,2	15,3
402,5	1,3	15,2
419,6	1,4	15,1
426,9	1,5	15
438,7	1,6	14,9
450,1	1,7	14,8
463,9	1,8	14,7
468,7	1,9	14,6
471,3	2	14,5
470,2	2,2	14,3

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio



GRÁFICO # 30



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

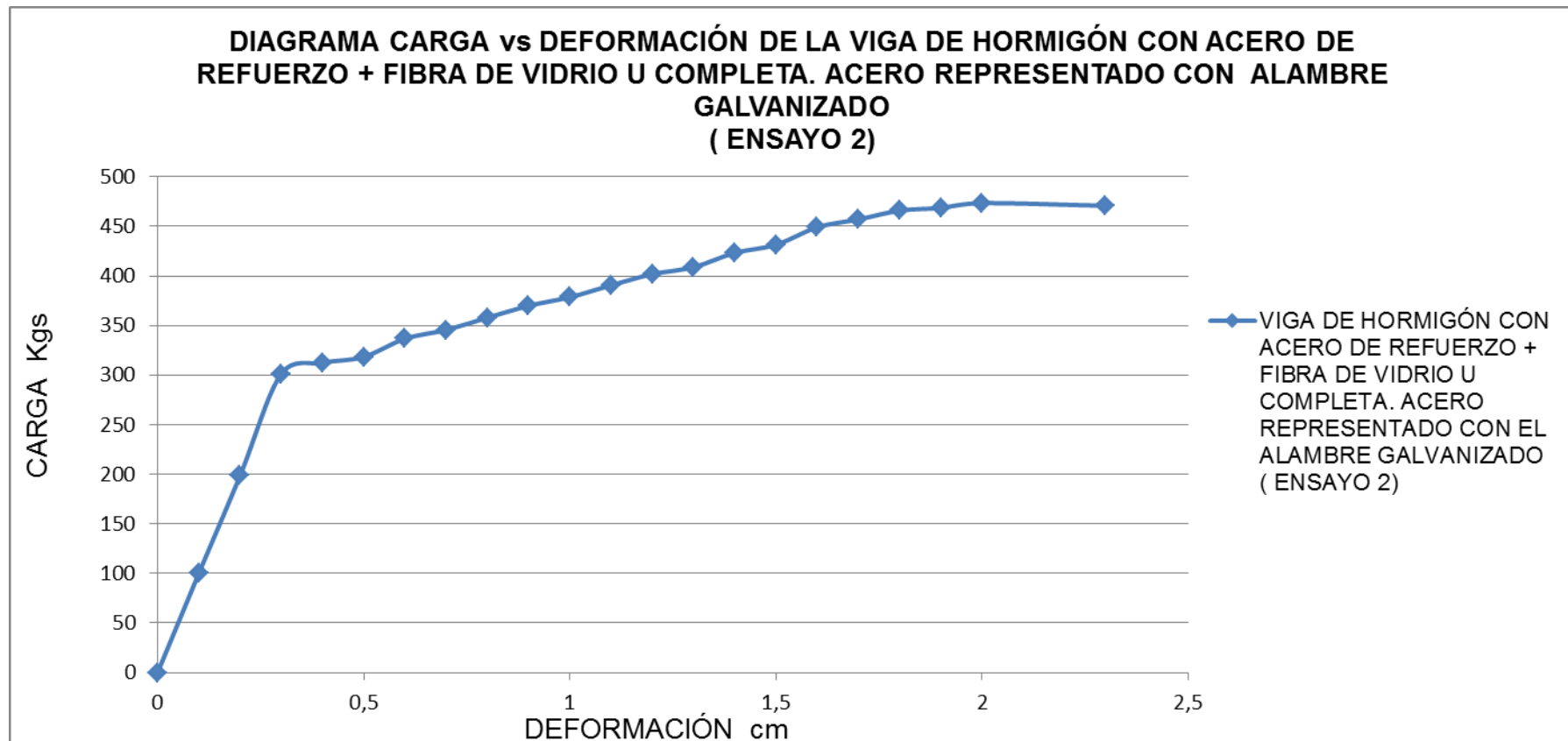
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio U Completa “ensayo 1” a corte soportó una carga máxima de 471,3 kg con una deformación de 2 cm .

TABLA # 35

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO U COMPLETA. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 2)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,3
100	0,1	16,2
198,4	0,2	16,1
301,2	0,3	16
312,4	0,4	15,9
318,4	0,5	15,8
336,7	0,6	15,7
345,6	0,7	15,6
357,9	0,8	15,5
370	0,9	15,4
378,6	1	15,3
390,6	1,1	15,2
401,8	1,2	15,1
408,9	1,3	15
423,3	1,4	14,9
431,5	1,5	14,8
449,1	1,6	14,7
457,1	1,7	14,6
465,9	1,8	14,5
468,7	1,9	14,4
473,5	2	14,3
470,8	2,3	14

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 31



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

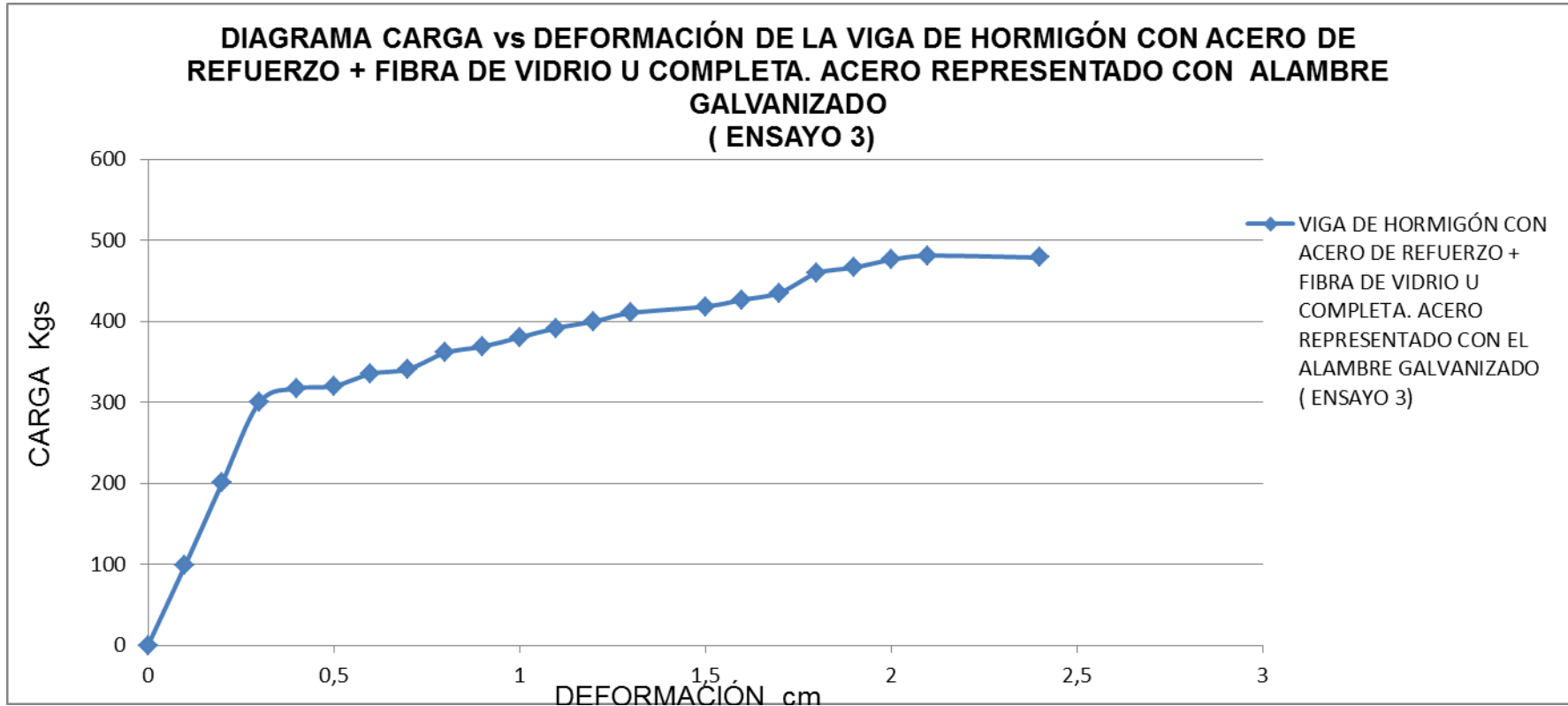
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio U Completa “ensayo 2” a corte soportó una carga máxima de 473,5 kg con una deformación de 2 cm.

TABLA # 36

VIGA DE HORMIGÓN CON ACERO DE REFUERZO + FIBRA DE VIDRIO U COMPLETA. ACERO REPRESENTADO CON ALAMBRE GALVANIZADO (ENSAYO 3)		
CARGA	DEFORMACIÓN	ALTURA INICIAL
Kg	cm	cm
0	0	16,5
98,8	0,1	16,4
201,2	0,2	16,3
300	0,3	16,2
316,9	0,4	16,1
320	0,5	16
335,2	0,6	15,9
340,8	0,7	15,8
361	0,8	15,7
368,7	0,9	15,6
380	1	15,5
391,7	1,1	15,4
399,7	1,2	15,3
410,2	1,3	15,2
418,1	1,5	15
426,5	1,6	14,9
435,1	1,7	14,8
459,3	1,8	14,7
466,2	1,9	14,6
475,9	2	14,5
480,9	2,1	14,4
478,6	2,4	14,1

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 32



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

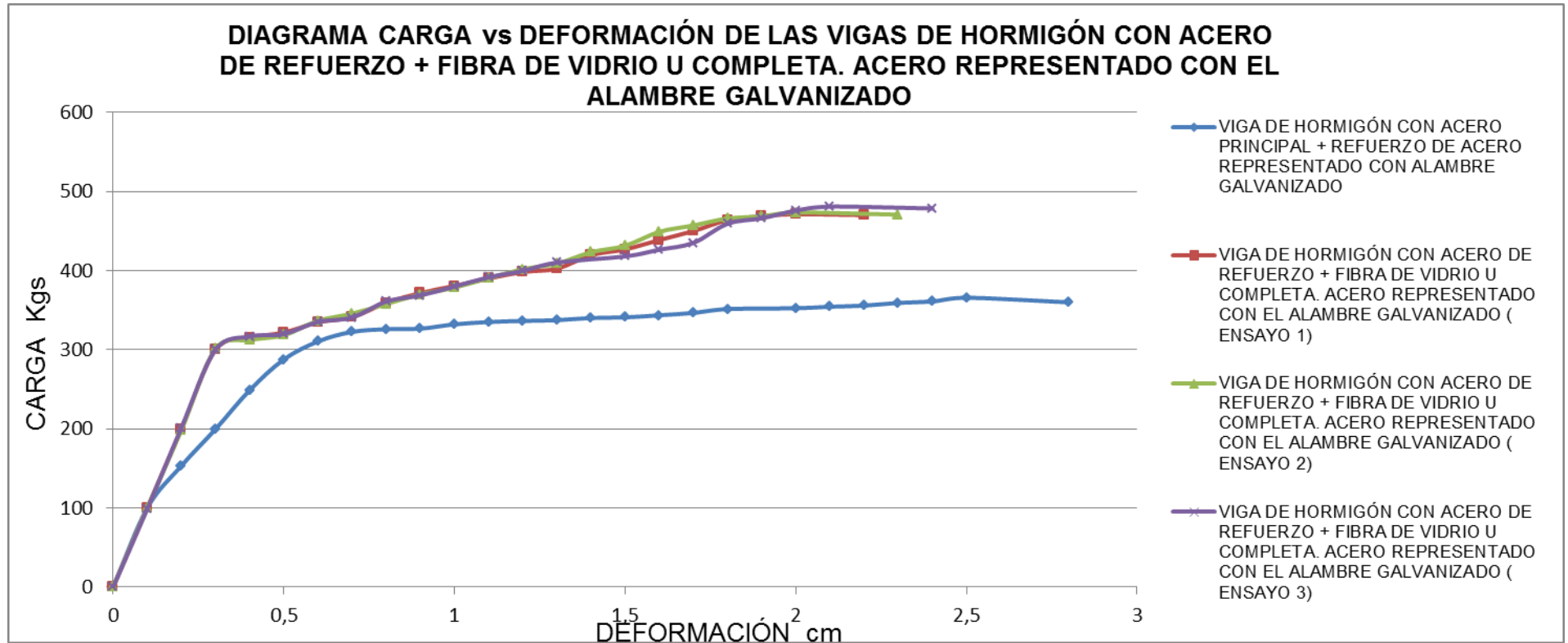
La viga de hormigón con acero de refuerzo + refuerzo de fibra de vidrio U Completa “ensayo 3” a corte soportó una carga máxima de 480.9 kg con una deformación de 2,1 cm.

TABLA # 37

RESULTADOS DE LA VIGA PATRÓN Y VIGAS CON REFUERZO DE FIBRA DE VIDRIO (U COMPLETA)							
VIGA PATRÓN		VIGA (ENSAYO 1)		VIGA (ENSAYO 2)		VIGA (ENSAYO 3)	
CARGA	DEFORMACIÓN	CARGA	DEFORMACIÓN	CARGA	DEFORMACIÓN	CARGA	DEFORMACIÓN
Kg	cm	Kg	cm	Kg	cm	Kg	cm
0	0	0	0	0	0	0	0
100	0,1	100	0,1	100	0,1	98,8	0,1
153,3	0,2	200	0,2	198,4	0,2	201,2	0,2
199,6	0,3	299,9	0,3	301,2	0,3	300	0,3
248,8	0,4	315,3	0,4	312,4	0,4	316,9	0,4
287,7	0,5	321,8	0,5	318,4	0,5	320	0,5
310,5	0,6	334,7	0,6	336,7	0,6	335,2	0,6
322,6	0,7	341,2	0,7	345,6	0,7	340,8	0,7
326	0,8	359,3	0,8	357,9	0,8	361	0,8
326,7	0,9	371,8	0,9	370	0,9	368,7	0,9
332,2	1	380,6	1	378,6	1	380	1
335,1	1,1	390,1	1,1	390,6	1,1	391,7	1,1
336,5	1,2	398,3	1,2	401,8	1,2	399,7	1,2
337,4	1,3	402,5	1,3	408,9	1,3	410,2	1,3
340,2	1,4	419,6	1,4	423,3	1,4	418,1	1,5
341	1,5	426,9	1,5	431,5	1,5	426,5	1,6
343,6	1,6	438,7	1,6	449,1	1,6	435,1	1,7
346,6	1,7	450,1	1,7	457,1	1,7	459,3	1,8
351,4	1,8	463,9	1,8	465,9	1,8	466,2	1,9
352,5	2	468,7	1,9	468,7	1,9	475,9	2
354,4	2,1	471,3	2	473,5	2	480,9	2,1
355,8	2,2	470,2	2,2	470,8	2,3	478,6	2,4
359,3	2,3	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
361	2,4	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
365,8	2,5	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -
360,1	2,8	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -	- - - -

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

GRÁFICO # 33



Interpretación:

Elaborado por: Egdo. Diego Lucio

Todas las vigas de hormigón con refuerzo de fibra de vidrio “U Completa” soportaron más carga con menos deformación que la viga de hormigón que tenía como refuerzo el acero.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MATERIALES
ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CILINDROS

NORMA ASTM C39

ORDEN N°	
NÚMERO DE MUESTRAS	3
FECHA DE EXPEDICION	23/11/2012

OBRA O PROYECTO	Proyecto de Tesis
LUGAR DEL PROYECTO	Ambato
SOLICITANTE	Diego Lucio
MUESTRAS TOMADAS	Interesados

PROBETA N°	DIÁMETRO (cm)	ÁREA (cm ²)	CARGA		ESFUERZO (Kg/cm ²)	FECHA DE ENSAYO	IDENTIFICACIÓN
			LIBRAS	KILOGRAMOS			
1	15,10	179,08	86500	39246,82	219,16	23/11/12	
2	15,10	179,08	85000	38566,24	215,36	23/11/12	
3	15,00	176,71	85800	38929,22	220,29	23/11/12	
4		0,00		0,00			
5		0,00		0,00			
6		0,00		0,00			
7		0,00		0,00			
8		0,00		0,00			
9		0,00		0,00			

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

NOMBRE DEL PROPONENTE:
OBRA: Proyecto de Tesis

Sr. Diego Lucio Álvarez

HOJA 1 DE 6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Acero de refuerzo
DETALLE: fy= 4200 Kg./cm²

UNIDAD: kg.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta manual 5% M.O. Cizalla	1	0,53	0,532	0,032	0,01 0,02
SUBTOTAL M					0,03
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*D
Fierrero	0,2	2,71	0,54	0,032	0,02
Maestro Mayor	1	2,71	2,71	0,032	0,09
SUBTOTAL N					0,11
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
				A	B
Acero de refuerzo de 12 a 25 mm.	Kg.	1,5	1,08		1,62
Alambre negro No. 18	Kg.	0,05	1,90		0,10
SUBTOTAL O					1,72
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,86
INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					0,22
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,08
VALOR OFERTADO					2,08

Ambato, Enero 2013

Egdo. Diego R. Lucio A.

NOMBRE DEL PROPONENTE:

Sr. Diego Lucio Álvarez

OBRA: Proyecto de Tesis

HOJA 2 DE 6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**RUBRO:** Fibra de Vidrio**UNIDAD:** kg.**DETALLE:** 2.1 m²

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta manual 5% M.O.					0,01
SUBTOTAL M					0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*D
Peón	2	2,56	5,12	0,032	0,16
Albañil	1	2,58	2,58	0,032	0,08
Maestro Mayor	1	2,71	2,71	0,032	0,09
SUBTOTAL N					0,33
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Fibra de vidrio (1,70m * 1,23 m).	Kg.	1	2,62	2,62	
SUBTOTAL O					2,62
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,96
INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					0,36
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,32
VALOR OFERTADO					3,32

Ambato, Enero 2013

Egdo. Diego R. Lucio A.

NOMBRE DEL PROPONENTE:
OBRA: Proyecto de Tesis

Sr. Diego Lucio Álvarez

HOJA 3 DE 6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Resina Poliéster
DETALLE: Termoestables

UNIDAD: kg.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta manual 5% M.O.					0,01
SUBTOTAL M					0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*D
Peón	2	2,56	5,12	0,032	0,16
Albañil	1	2,58	2,58	0,032	0,08
Maestro Mayor	1	2,71	2,71	0,032	0,09
SUBTOTAL N					0,33
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Resina Poliéster	Kg.	1	3,37	3,37	
SUBTOTAL O					3,37
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,71
INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					0,45
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,16
VALOR OFERTADO					4,16

Ambato, Enero 2013

Egdo. Diego R. Lucio A.

NOMBRE DEL PROPONENTE:

Sr. Diego Lucio Álvarez

OBRA: Proyecto de Tesis

HOJA 4 DE 6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Estileno

UNIDAD: kg.

DETALLE: S/D

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta manual 5% M.O.					0,01
SUBTOTAL M					0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*D
Peón	2	2,56	5,12	0,032	0,16
Albañil	1	2,58	2,58	0,032	0,08
Maestro Mayor	1	2,71	2,71	0,032	0,09
SUBTOTAL N					0,33
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Estileno	Kg.	1	2,88	2,88	
SUBTOTAL O					2,88
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,22
INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					0,39
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,61
VALOR OFERTADO					3,61

Ambato, Enero 2013

Egdo. Diego R. Lucio A.

NOMBRE DEL PROPONENTE:

Sr. Diego Lucio Álvarez

OBRA: Proyecto de Tesis

HOJA 5 DE 6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: MEC

UNIDAD: kg.

DETALLE: (Secante)

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta manual 5% M.O.					0,01
SUBTOTAL M					0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*D
Peón	2	2,56	5,12	0,032	0,16
Albañil	1	2,58	2,58	0,032	0,08
Maestro Mayor	1	2,71	2,71	0,032	0,09
SUBTOTAL N					0,33
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
MEC (Secante)	Kg.	1	6,17	6,17	
SUBTOTAL O					6,17
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,51
INDIRECTOS Y UTILIDADES 12%					0,78
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,29
VALOR OFERTADO					7,29

Ambato, Enero 2013

Egdo. Diego R. Lucio A.

NOMBRE DEL PROPONENTE:
OBRA: Proyecto de Tesis

Sr. Diego Lucio Álvarez

HOJA 6 DE 6

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Cobalto
DETALLE: Acelerante

UNIDAD: kg.

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R
Herramienta manual 5% M.O.					0,01
SUBTOTAL M					0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEG)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*D
Peón	2	2,56	5,12	0,032	0,16
Albañil	1	2,58	2,58	0,032	0,08
Maestro Mayor	1	2,71	2,71	0,032	0,09
SUBTOTAL N					0,33
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
		A	B	C=A*B	
Cobalto (Acelerante)	Kg.	1	17,28	17,28	
SUBTOTAL O					17,28
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C=A*B	
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					17,62
INDIRECTOS Y UTILIDADES				12%	2,11
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					19,73
VALOR OFERTADO					19,73

Ambato, Enero 2013

Egdo. Diego R. Lucio A.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

PREGUNTA #1

1.- Ha utilizado fibra de vidrio como refuerzo en vigas:

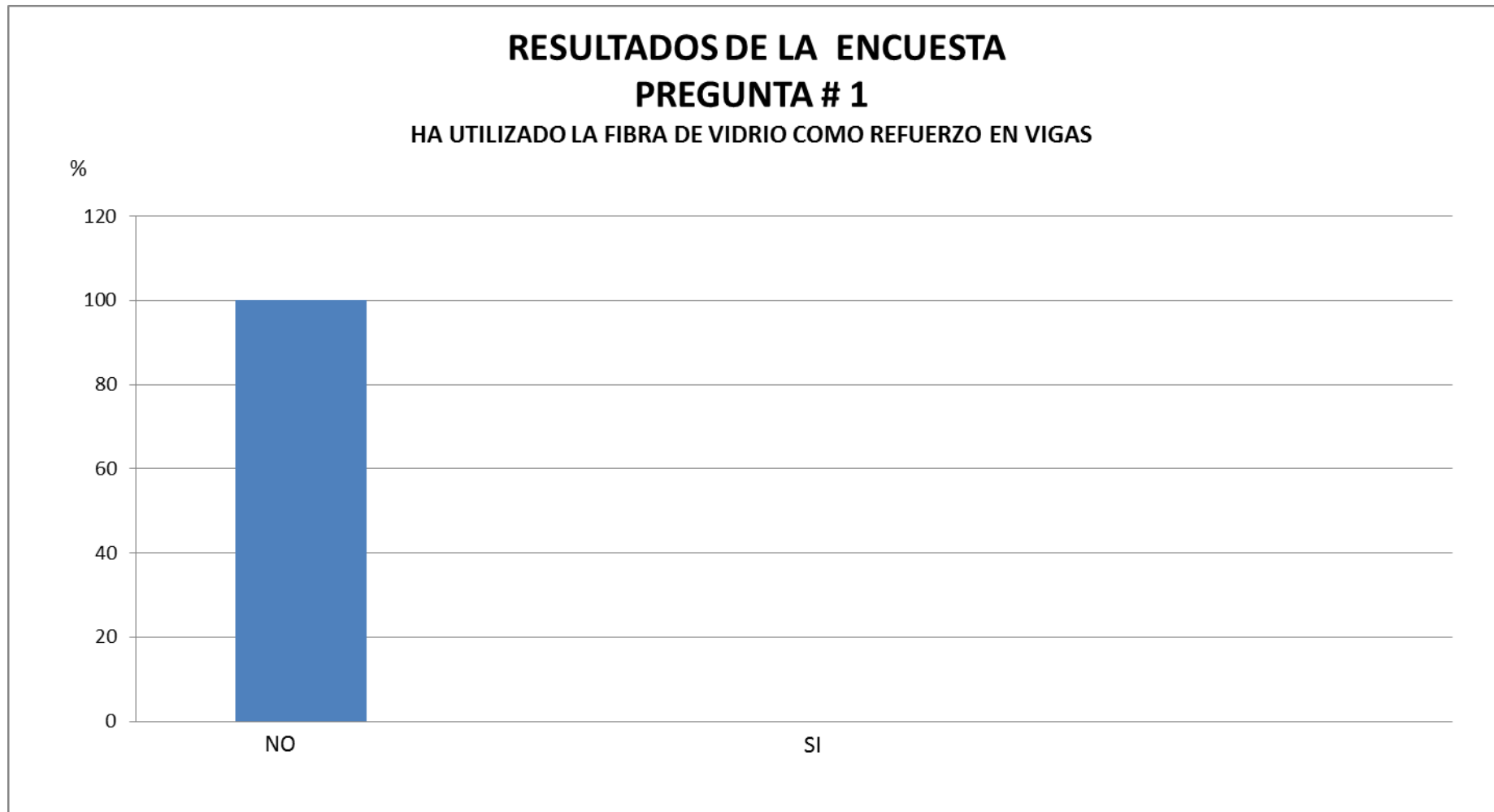
Se consultó a 31 Ingenieros Civiles:

TABLA # 38

PREGUNTA # 1		
OPCIÓN	# Ing Civiles	Porcentaje %
SI	0	0 %
NO	31	100 %

Interpretación: El 100 % de los Ingenieros Civiles encuestados, no han utilizado la fibra de vidrio como refuerzo en vigas.

GRÁFICO # 34



PREGUNTA # 2

1.- Conocía que la fibra de vidrio es más resistente a corte, como a flexión que el acero:

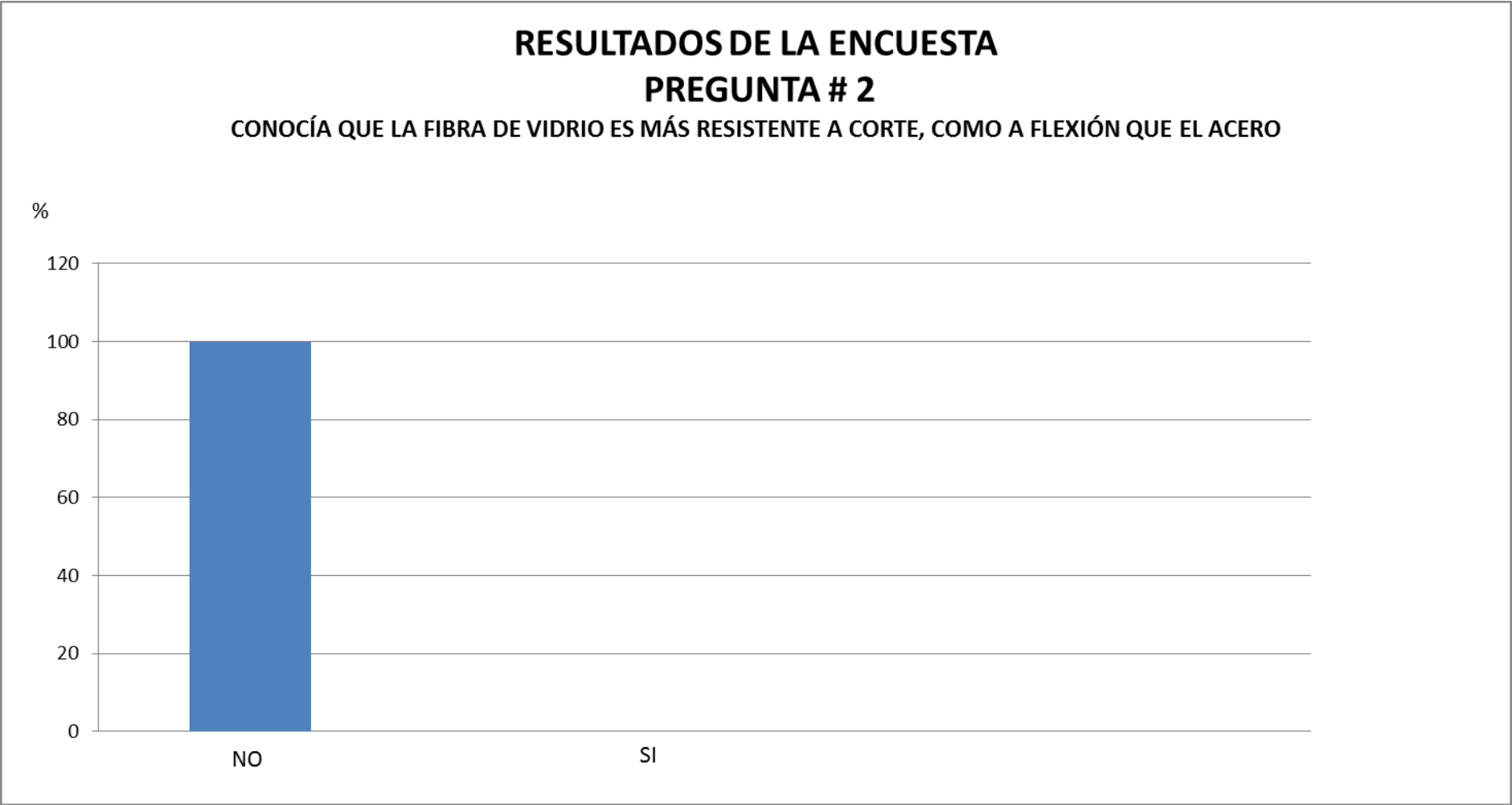
Se consultó a 31 Ingenieros Civiles:

TABLA # 39

PREGUNTA # 2		
OPCIÓN	# Ing Civiles	Porcentaje %
SI	0	0 %
NO	31	100 %

Interpretación: El 100 % de los Ingenieros Civiles encuestados, no han conocido que fibra de vidrio es más resistente a corte, como a flexión que el acero.

GRÁFICO # 35



PREGUNTA # 3

1.- Sabía que las vigas con refuerzo de fibra de vidrio son más livianas y tienen mayor resistencia con menos deformación, que las vigas con refuerzo de acero:

Se consultó a 31 Ingenieros Civiles:

TABLA # 40

PREGUNTA # 3		
OPCIÓN	# Ing Civiles	Porcentaje %
SI	2	6,5 %
NO	29	93,5 %

Interpretación: El 93,5 % de los Ingenieros Civiles encuestados, no conocían que las vigas con refuerzo de fibra de vidrio son más livianas y tienen mayor resistencia con menos deformación que las vigas con refuerzo de acero, y el 6,5% si tenían conocimiento de lo planteado en la pregunta.

GRÁFICO # 36



PREGUNTA # 4

1.- Tenía conocimiento que al utilizar como refuerzo la fibra de vidrio en vigas, hay un ahorro en el presupuesto de las construcciones:

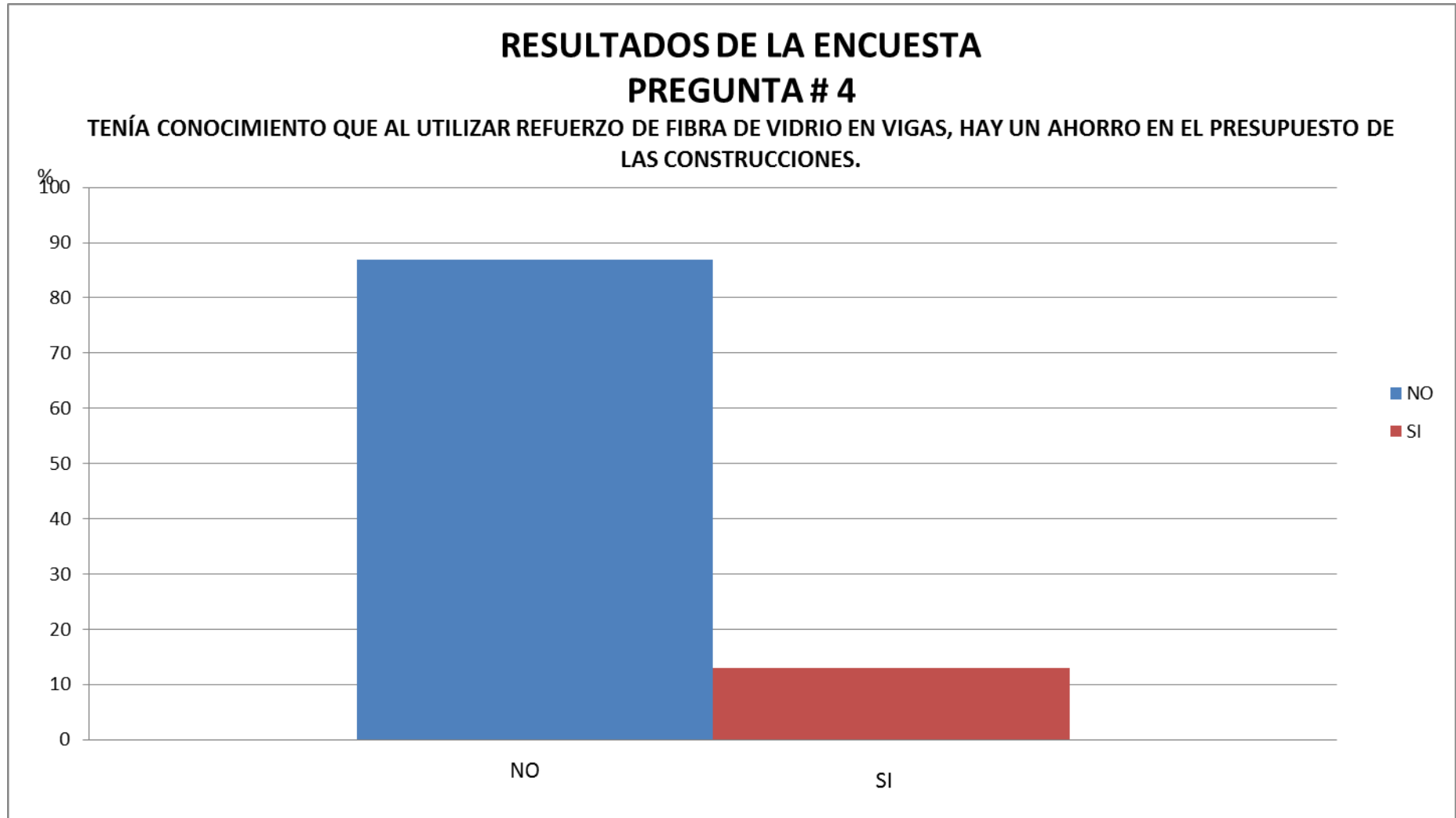
Se consultó a 31 Ingenieros Civiles:

TABLA # 41

PREGUNTA # 4		
OPCIÓN	# Ing Civiles	Porcentaje %
SI	4	13 %
NO	27	87 %

Interpretación: El 87 % de los Ingenieros Civiles encuestados, no tenía conocimiento que al utilizar como refuerzo la fibra de vidrio en vigas, hay un ahorro en el presupuesto de las construcciones, y el 13% si tenía conocimiento de lo planteado en la pregunta.

GRÁFICO # 37



4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En los ensayos realizados pudimos observar que las vigas de hormigón con acero principal + refuerzo de fibra de vidrio (en cualquier modelo la fibra de vidrio), soportaron más cargas con menos deformación que las vigas de hormigón con acero principal + refuerzo de acero.

En ninguna viga se utilizó el acero, el mismo que fue transformado equivalentemente a alambre galvanizado en la proporción exacta. Por lo tanto se verifica la Hipótesis que dice: La utilización de fibra de vidrio como refuerzo en vigas rectangulares ayudó a mejorar la resistencia de las mismas y disminuyó el presupuesto de las obras de más de 3 pisos en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se ha logrado comprobar que la viga con fibra de vidrio resistió más tanto a corte como a flexión que la viga que tuvo como refuerzo el acero.
- Los resultados obtenidos resaltan que las vigas con refuerzo de fibra de vidrio, resistieron más con menos deformación que las vigas con refuerzo de acero.
- La mejor forma de utilizar la fibra de vidrio como refuerzo en vigas, es la forma de U completa “Encamisado”, ya que en estas vigas con esta forma es donde se obtuvieron los valores más altos.
- Utilizando fibra de vidrio como refuerzo en las vigas existió un ahorro del 58,25 % en el presupuesto, además que estas vigas son más resistentes.
- Es muy rápida y económica aplicación en obra, lo que permite prácticamente que no se interrumpa la utilidad de la estructura.
- Las vigas con refuerzo de fibra de vidrio son más livianas que las vigas que tienen como refuerzo el acero.

- Mínima alteración de las alturas de los vanos, ya que el espesor necesario del refuerzo es mínimo.

5.2 RECOMENDACIONES

- En la utilización de éste tipo de materiales, se debe poner especial cuidado en seguir las indicaciones del fabricante de la resina poliéster, en cuanto a su manipulación y aplicación.
- Tener mucho cuidado al desencofrar las vigas con refuerzo de fibra de vidrio sobre todo las que en el lecho inferior no tienen nada.
- Hacer prácticas a torsión ya que la fibra de vidrio a corte y flexión resistieron más que el acero, debería hacerse ensayos a torsión a ver si igual resiste más.
- Estar muy pendientes y concentrados al momento de hacerse la prácticas para poder anotar y leer bien los datos arrojados por la maquina universal.
- Como las vigas son a escala medir bien los alambres que se van a utilizar para la Equivalencia de Alambre a Hierros.
- Al manipular la fibra de vidrio así como le resina protegerse con guantes y mascarillas.

CAPITULO VI

6.1 DATOS INFORMATIVOS.

6.1.1 AMBATO

Localización:

El cantón Ambato se encuentra ubicado en el centro de la provincia de Tungurahua, además de ser la capital de la provincia. Sus límites son Norte: Cotopaxi y Napo Sur: Chimborazo y Morona Santiago Este: Pastaza Oeste: Cotopaxi y Bolívar.

Ubicación Geográfica:

Geográficamente se halla definido por las siguientes coordenadas: Latitud Sur 1° 13' 28" con relación a la Línea Equinoccial y una Longitud 78°; 37' 11" con relación al Meridiano de Greenwich y una altura de 2.577 msnm.

Características Climáticas:

El clima de la ciudad de Ambato es un clima templado, debido a que se ubica en un estrecho valle andino; Ambato se divide en 3 zonas; sur, centro, y norte; la ciudad de Ambato siempre tiene un clima templado con temperaturas desde los 12 a los 30 °C.

6.1.2 PARROQUIA LA MATRIZ

SERVICIO E INFRAESTRUCTURA BÁSICA DE LA PARROQUIA LA MATRIZ

Agua.- En la Parroquia el suministro de agua abastece en su totalidad a los habitantes del sector.

Energía Eléctrica.- Este servicio se brinda a la totalidad de las viviendas del sector y se encuentra a cargo de la Empresa Eléctrica Ambato.

Teléfono.- La mayoría de la Parroquia cuenta con este servicio, debido a que la empresa a cargo ha extendido líneas en toda el área de la parroquia.

Sistema Vial.- La parroquia cuenta con excelentes vías sectores altos con el centro de la parroquia La Matriz, esta vía se encuentra asfaltada.

6.2 ANTECEDENTE DE LA PROPUESTA

Como antecedente de la propuesta tenemos la Investigación que se basó en la incidencia de la fibra de vidrio como elemento de refuerzo en vigas. Se ha visto la necesidad de conocer nuevos materiales, resistentes y más económicos que el acero, en nuestro caso se ha tomado en cuenta la utilización de la fibra de vidrio como refuerzo para vigas, el cual será un aporte personal para ayudar a concientizar sobre la utilización de dicho material como refuerzo.

En la actualidad en el sector no se toma en cuenta a éste material (fibra de vidrio) que es más resistente, tiene menos deformación que el acero y nos ayuda a reducir el presupuesto ya que es un material más barato que el material tradicional (acero).

6.3 JUSTIFICACIÓN

Fue de interés personal conocer sobre materiales que puedan reemplazar al acero como refuerzo en vigas, elementos que puedan soportar más cargas, se deformen menos y ayuden a reducir el rubro del acero de refuerzo en los presupuestos.

Al habernos decidido por el material "la fibra de vidrio" a utilizar como refuerzo en vigas, decidimos realizar prácticas a corte, como a flexión, a ver si dichas vigas de hormigón con acero principal y con refuerzo de fibra de vidrio soportaron más que las vigas tradicionales, lo cual verificamos que sí soportaron más con menos deformación, además que la fibra de vidrio es un elemento más liviano, más fácil de poner en obra y que no tiene problemas de corrosión como lo tiene el acero.

6.4 OBJETIVOS

6.4.1 OBJETIVOS GENERALES

Analizar el Diseño de Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio y su incidencia en el presupuesto de las construcciones de más de 3 pisos en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato.

6.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el Armado que deberán tener las Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio.
- Estudiar si las vigas rectangulares que han utilizado fibra de vidrio como refuerzo cumplen con el código (ACI 318) con las resistencias mínimas que debe soportar las vigas.

- Proponer un porcentaje de ahorro el presupuesto tanto de vigas rectangulares con refuerzo de fibra de vidrio así como de vigas rectangulares con refuerzo de acero.

6.5.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El presente proyecto es factible de realizarlo ya que se va a realizar a escala de una viga real, así mismo se cuenta con las maquinas necesarias para realizar los ensayos a corte como a flexión de las vigas, así como para conocer la resistencia del hormigón que van a tener las vigas.

De la misma manera como el acero va a ser reemplazado por alambre galvanizado para las vigas a escala, tuvimos que hacer ensayos a tracción del alambre galvanizado ya que éste trabajo es lo más cercano a la realidad.

6.6 FUNDAMENTACIÓN.

Diámetros mínimos de Doblado

Todo refuerzo debe doblarse en frío, a menos que el Ingeniero permita otra cosa, ningún refuerzo parcialmente embebido en el concreto puede doblarse en la obra, excepto cuando así se indique en los planos de diseño o lo permita el ingeniero.

TABLA # 42

DIAMETROS DE LAS BARRAS	DIÁMETRO MÍNIMO DE DOBLADO
No. 10 a No 25	6db
No. 29, No.32 y No 36	8db
No. 43 y No 57	10db

Condiciones de la superficie de refuerzo

En el momento que es colocado el concreto, el refuerzo debe estar libre de polvo, aceite u otros recubrimientos no metálicos que reduzcan la adherencia.

Colocación del refuerzo

El refuerzo, incluyendo los tendones y los ductos de preesforzados, debe colocarse con precisión y estar adecuadamente asegurado antes de colocar el concreto, y debe fijarse para evitar su desplazamiento dentro de las tolerancias aceptable:

TABLA # 43

	Tolerancia en d	Tolerancia en el recubrimiento mínimo de concreto
$d \leq 200 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ mm}$	- 10 mm
$d > 200 \text{ mm}$	$\pm 13 \text{ mm}$	- 13 mm

Porcentaje mínimo de acero (ACI 3186 – EC. 10-3)

Para evitar la falla de las vigas en forma repentina, y que ésta sea en forma progresiva a medida que se incrementa la carga, el código ACI (10.5.1) especifica una cantidad mínima de refuerzo que debe usarse en miembros a flexión (con las restricciones referidas en ese código):

$$A_{smín} = \frac{0,25 \sqrt{f'c}}{fy} bw * d$$

Pero no menor a $\frac{1.4 * bw * d}{fy}$

Dónde:

As_{min} = cantidad mínima de armadura de flexión, mm²

bw = ancho del alma, mm

d = distancia de la fibra extrema en compresión al centroide de la armadura en tracción, mm

f'c = resistencia especificada a la compresión del hormigón

fy = resistencia especificada a la fluencia del refuerzo

Cuantía de acero (ACI 318)

“Si el porcentaje de acero a tensión ρ en una viga doblemente reforzada es igual o menor que ρ_b , la resistencia de la viga puede calcularse dentro de los límites aceptables, sin tener en cuenta las barras a compresión”. (Nilson7, 2003).

Para conocer los porcentajes de acero, obtenemos con las siguientes ecuaciones:

1. Porcentaje de acero a tracción

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

2. Porcentaje de acero a compresión

$$\rho' = \frac{A_s'}{b \cdot d}$$

3. Porcentaje mínimo por código ACI – 318

$$\rho_{\text{mín.}} = \frac{A_{s \text{ mín.}}}{b \cdot d}$$

Ó

$$\rho_{\text{mín.}} = \frac{14,1}{F_y}$$

4. Porcentaje balanceado

$$\rho_{bal} = 0,85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6300}{6300 + f_y}$$

5. Porcentaje máximo:

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0,5 * \rho_{bal}$$

De los porcentajes anteriores se desprende que:

$\rho \geq \rho_{m\acute{i}n}$ → Se cumple condición de balance

$\rho \leq \rho_{bal}$ → La viga está controlada por la fluencia a tensión.

$\rho \leq \rho_{m\acute{a}x}$ → Se asegura que la falla se produzca por fluencia del acero a tensión.

Resistencia ideal por flexión (ACI 318)

$$M_o = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right) \text{ Momento Nominal}$$

Dónde:

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Resistencia al corte de las vigas sometidas a flexión (Cálculo según ACI 318)

Luego, de la ecuación **11.3.1.1** del Código ACI 318-99, la resistencia nominal al corte proporcionado por el hormigón es (con los respectivos cambios de unidades):

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d$$

El código ACI 318-99 permite no usar armadura de corte sólo si:

$$V_u \leq \frac{1}{2} * \Phi * V_c \quad \text{con } \Phi = 0.85$$

Exigiendo un mínimo de armadura cuando:

$$A_v = \frac{(v_u - v_c)b * S}{f_y}$$

Armadura mínima exigida por el código ACI-318:

$$A_v = 3.5 * \frac{b * S}{f_y}$$

Dónde:

A_v : Armadura mínima

b : Ancho de la sección del alma de la viga

S : Separación entre estribos

f_y : Límite de fluencia del acero.

FIBRA DE VIDRIO:

La fibra de vidrio se conforma de hebras delgadas hechas a base de sílice o de formulaciones especiales de vidrio, extruidas a modo de filamentos de diámetro diminuto y aptas para procesos de tejeduría.

PROPIEDADES DE LA FIBRA DE VIDRIO

PROPIEDADES TÉRMICAS

Las fibras de vidrio son buenos aislantes térmicos debido a su alto índice de área superficial en relación al peso. Sin embargo, un área superficial incrementada la

hace mucho más vulnerable al ataque químico. Los bloques de fibra de vidrio atrapan aire entre ellos, haciendo que la fibra de vidrio sea un buen aislante térmico, con conductividad térmica del orden de 0.05 W/(m·K)

PROPIEDADES DE TENSIÓN

La tensión del vidrio usualmente se comprueba y reporta para fibras "vírgenes" o prístinas—aquellas que se acaban de fabricar. Las fibras recién hechas, más delgadas, son las más fuertes debido a que son más dúctiles.

TABLA # 44

Tipo de Fibra	Tensión de rotura (MPa) ⁸	Esfuerzo de Compresión (MPa)	Densidad (g/cm ³)	Dilatación térmica $\mu\text{m}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$	T de ablandamiento ($^{\circ}\text{C}$)	Precio dólar/kg
Vidrio clase E	3445	1080	2.58	5.4	846	~2
Vidrio clase S-2	4890	1600	2.46	2.9	1056	~20

6.7 METODOLOGÍA

Lo más ideal y planteado en éste estudio fue en primera instancia la elaboración o confección del modelo tradicional de viga, y esa ha sido nuestra aspiración demostrar en la práctica el comportamiento de la viga que tiene como refuerzo la fibra de vidrio.

Elaboración del Modelo:

La escala a escogerse no deberá ser menor a 1:10 para obtener resultados apegados a la realidad.

Por tener la longitud de la viga de 9.10 m vamos a escoger la escala 1:10 por su dimensión (91 cm) de fácil construcción.

Armadura:

Debemos encontrar una armadura, en este caso el alambre especial de acero que nos permite obtener resultados reducidos a escala y que sean valores que reemplazarán y tendrán el comportamiento del acero de 4200 kg/cm² diseñados para su verdadero volumen.

Indicaremos el diferente tipo de alambre que existe en el mercado para ello realizamos los respectivos ensayos de tracción.

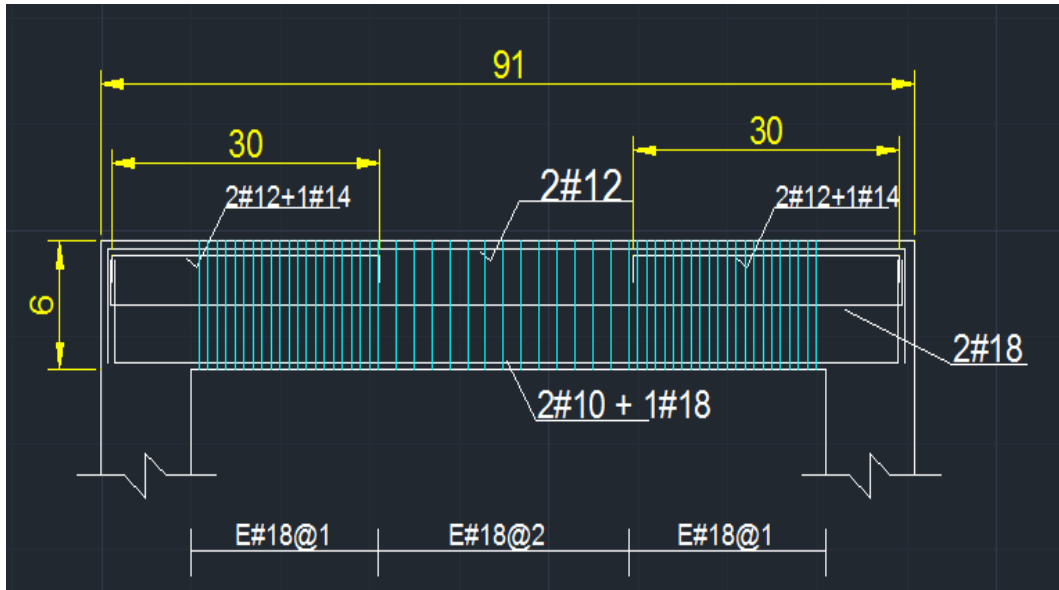
TABLA # 45

EQUIVALENCIA DE ALAMBRE A HIERRO			
Alambre	Área	Diámetro	Área Equivalente
#	mm ²	mm	mm ²
18	1,169	1,22	1,169
16	1,936	1,57	1,936
14	3,237	2,03	3,237
12	4,948	2,51	4,948
10	9,24	3,43	9,24
8	13,267	4,11	13,267
6	28,274	6	28,274

$$\text{Área Equivalente} = \frac{\text{Área (mm}^2) * \text{Escala}^2}{100}$$

$$\text{Área Equivalente} = \frac{\text{Área (mm}^2) * 10 * 10}{100}$$

$$\text{Área Equivalente (cm}^2) = \text{Área Real (mm}^2)$$

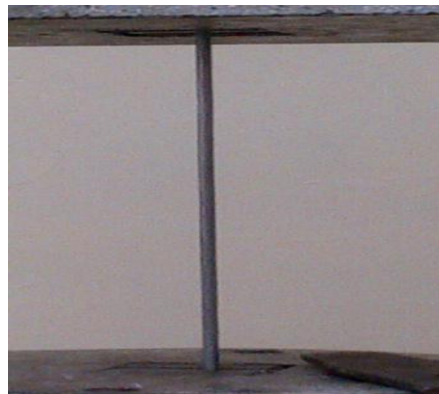


Ensayo de tracción del alambre galvanizado.- Para que los ensayos sean más reales se realizaron ensayos de tracción del alambre para conocer si el alambre que vamos a utilizar tiene un f_y de 4200 kg/cm². Se hizo varias probetas utilizando pintura, corrector.

Probetas de varias dimensiones



Probeta lista para ensayar



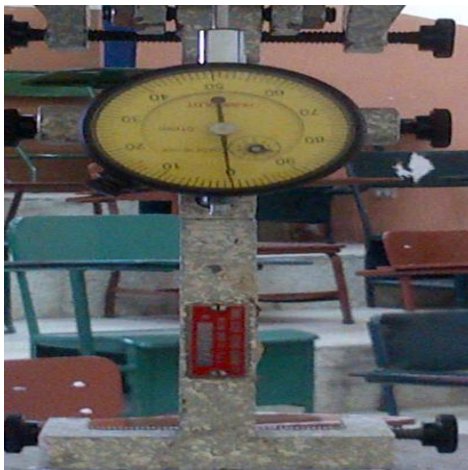
Probeta con Pintura



Probeta con corrector



Deformímetro



Alambre a su rotura



Encofrado.- Como es habitual, utilizaremos como encofrado la madera en éste caso a escala, teniendo cuidado al momento de asegurar los lados del encofrado para a lo hormigonada no se habrán los lados por la presión del hormigón.

Cortada de la tabla tripex



Armada del encofrado de la viga



Utilizando desmoldante para que no se peguen al desencofrar



Encofrados listos



Fibra de Vidrio.- Este fue uno de los pasos más importantes en ésta investigación, ya que se conocía muy poco acerca de la utilización de este material como refuerzo en vigas.

Fibra de Vidrio



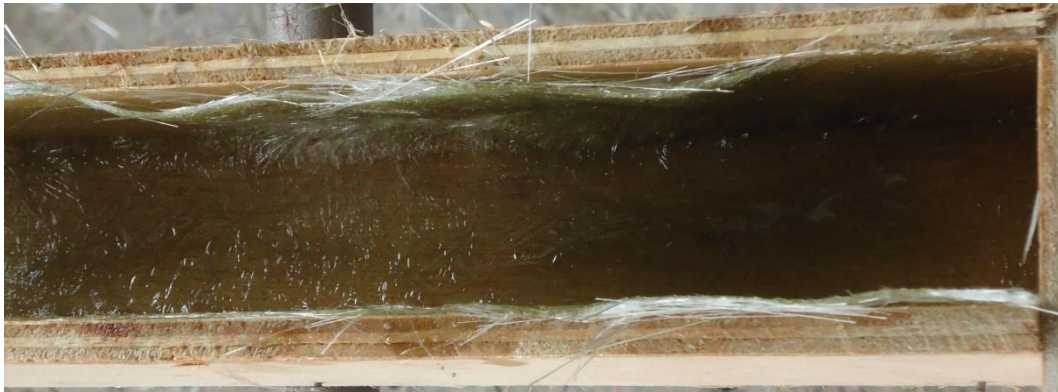
Cortamos la Fibra de Vidrio a medida del encofrado



Ubicamos la fibra de vidrio en el encofrado.



Adherimos Resina poliéster en la fibra de vidrio.



Hormigonada.- La dosificación del hormigón se hizo para todas las vigas, es decir todas las vigas se fundieron a la misma hora, el mismo día, a la misma temperatura para los cual tuvimos que hacer para un volumen de 0,0655 m³.

Relación Agua/Cemento: w/c

TABLA # 46

f'c kg/cm2	W/C
140	0,77
180	0,7
210	0,62
240	0,59
280	0,56
350	0,45

Dosificación del Hormigón:

TABLA # 47

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	20,59	kg
Agua	12,77	lts
Arena	40,69	kg
Ripio	71,62	kg

Como las vigas son a escala, reemplazamos el ripio por “chispa” para poder fundir sin problemas.



Parte de las vigas ya fundidas.



Cada viga tanto a flexión como a corte, contaban con sus respectivas etiquetas de identificación.



Las vigas ya desencofradas a los 28 días de edad, listas para ser ensayadas.



6.8 ADMINISTRACIÓN

El desarrollo del proyecto “Análisis del Diseño de Vigas Rectangulares utilizando como refuerzo la fibra de vidrio y su incidencia en el presupuesto de las construcciones de más de 3 pisos en la Parroquia La Matriz del Cantón Ambato”, queda a cargo de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica (FICM), de la Universidad Técnica de Ambato (UTA) quién será portadora del estudio y sabrá dar a conocer a futuros proyectos.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

En éste estudio pudimos conocer una opción adicional a más que la del acero para que pueda ser utilizado como refuerzo en las vigas, además de ser materiales más económicos, sencillos y muy fáciles de poner en obra.

Mediante los ensayos realizados en ésta investigación pudimos comprobar que la fibra de vidrio es mucho más resistente que el acero, tanto a corte como a flexión,

es una buena opción la utilización de este material “fibra de vidrio” ya que a más de ser más resistente es más económico y nos ayuda a disminuir el presupuesto de las obras en el rubro de acero de refuerzo.

El beneficio de la fibra de vidrio es que nos permite realizar un análisis, una comprobación entre la inversión total del proyecto frente a los beneficios que se generarán, estructuras más resistentes, pero a la vez más livianas, sin problemas de corrosión, con mayor soporte al calor que el acero.

BIBLIOGRAFÍA

ACI 318 S – 05 Requisitos de reglamento para concreto estructural.

ALARCÓN, ALEJANDRO (2003), Estudio teórico-experimental sobre la reparación y refuerzo de puentes de dovelas con fibras de carbono. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña – España. (Disponible en: http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UPC/AVAILABLE/TDX-0219103-074812)

ALMERICH, ANA (2010), Diseño, según estados límites, de estructuras de hormigón armado con redondos de fibra de vidrio. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia – España. (Disponible en: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/9744/tesisUPV3447.pdf>)

BANTHIA, N. Fiber Reinforced Polymers in Concrete Construction and Advanced Repair Technologies. (Disponible en : http://www.geosynthetica.net/tech_docs/NBanthia15Dec.pdf. Consultado en septiembre de 2012).

CIENCIAS DE LOS MATERIALES- Tema 7 Materiales Compuestos - 4to Curso 2004- 2005 (Disponible en: http://webdeptos.uma.es/qicm/Doc_docencia/Tema7_CM.pdf.)

DE LA TORRE CARLOS (2009), Cuaderno de Hormigón I de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

HIGDON A (1998) Resistencia de materiales. España. Compañía Editorial

INN. 2001. Construcción - Barras de plástico reforzado con fibras de vidrio, fibras de carbono y fibras arámidas.

MCCORMAC, JACK. (2002). Diseño de concreto reforzado, Edición 4ta. México. Editorial Alfa Omega S.A

MEDINA WILSON (2010), Cuaderno de Hormigón II y Hormigón III de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

MERRITT F (1987) Manual del Ingeniero Tomo I. México. Estándar Handbook

MERRITT F (1987) Manual del Ingeniero Tomo II. México. Estándar Handbook

MERRITT F (1987) Manual del Ingeniero Tomo III. México. Estándar Handbook

NEC – 11, Norma Ecuatoriana de la Construcción

NILSON, ARTHUR (2003). Diseño de estructuras de concreto, Edición 12. Colombia. Editorial McGraw-Hill Interamericana S.A

SMITH, WILLIAMS (2000). Fundamentos de la Ciencia de los Materiales, Edición 3ra. Madrid. Editorial McGraw-Hill Interamericana.

TRINIDAD JUAN (2002), Reforzamiento de elementos de concreto con materiales compuestos.

WIKIPEDIA,(2010)Fibra de vidrio http://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_de_vidrio

ABCPEDIA, (2011) Fibra de vidrio <http://www.abcpedia.com/fibra-de-vidrio/fibra-de-vidrio.htm>

ANEXOS

NEXO 1

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**HOJA MODELO DE LA ENCUESTA PARA CONOCER ACERCA DE LA
UTILIZACIÓN DE FIBRA DE VIDRIO COMO REFUERZO EN VIGAS.**

Información General

FECHA:..... **HOJA N°:**.....

ENCUESTADO:.....

CUESTIONARIO

1. Ha utilizado fibra de vidrio como refuerzo en vigas:

SI ()

NO ()

COMENTARIO _____

2. Conocía que la fibra de vidrio es más resistente a corte, como a flexión que el acero:

SI ()

NO ()

COMENTARIO _____

3. Sabía que las vigas con refuerzo de fibra de vidrio son más livianas y tienen mayor resistencia con menos deformación, que las vigas con refuerzo de acero:

SI

NO

COMENTARIO _____

4. Tenía conocimiento que al utilizar como refuerzo la fibra de vidrio en vigas, hay un ahorro en el presupuesto de las construcciones.

SI

NO

COMENTARIO _____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 2

PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA FIBRA DE VIDRIO Y LOS COMPONENTES DE LA RESINA POLIÉSTER

PROPIEDADES	VALORES
Construcción (ASTM D- 3775)	
Trama	24 hilos cada 10 cm
Urtiembre	23 hilos cada 10 cm
Peso (ASTM D 3776)	152 gr por mt ²
Apresto	Resistente a la alcalinidad
Tacto	Suave
Espero (ASTM D- 1777)	0,39mm
Resistencia a la Tracción (ASTM D-5035)	
Trama	665n/2,54cm
Urtiembre	890n / 2,54cm
Ancho	970 mm

Fuente : SAINT – GOBAIN
TECHNICAL FABRICS

Elementos para la Resina Poliéster



ESTILENO

MEC

COBALTO

DESMOLDANTE

“Secante”

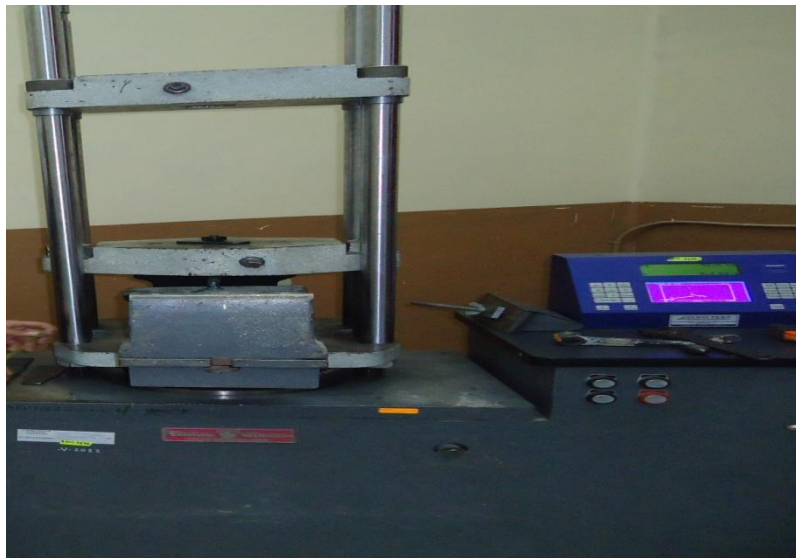
“Acelerante”

ANEXO 3

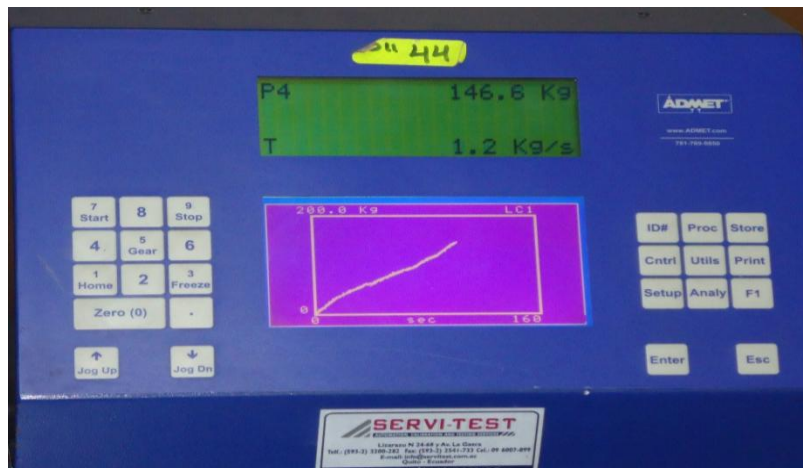
MONTAJE DE LOS ENSAYOS

Para ejecutar los ensayos de las vigas de prueba, se emplearon los instrumentos que se describen a continuación en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

MAQUINA UNIVERSAL:



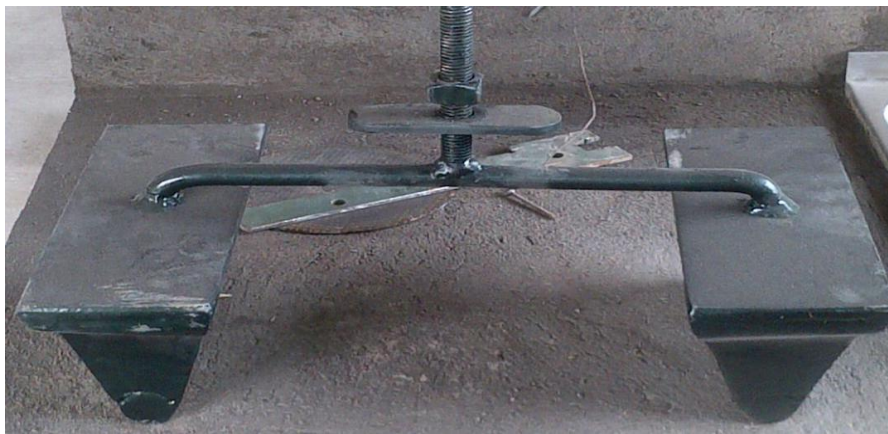
PANTALLA DIGITAL DE LA MÁQUINA UNIVERSAL



ACOPLE PARA FLEXIÓN:



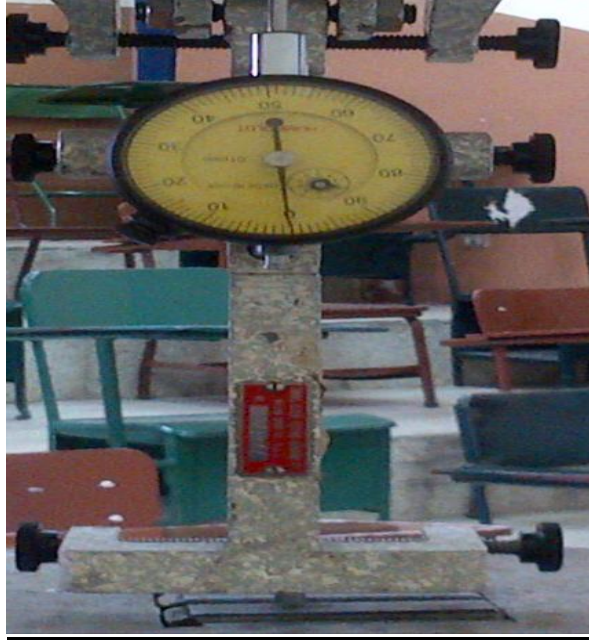
ACOPLE PARA CORTE:



BALANZA:



DEFORMIMETRO:



MAQUINA PARA LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN:

