



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Tema:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN
DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS
COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”**

AUTOR: Alex Mauricio Flores Fiallos

TUTOR: Ing. Mg. Carlos Navarro

Ambato – Ecuador

2017

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Mg. Carlos Navarro, certifico que el presente trabajo bajo el tema: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”** es de autoría del Sr. Alex Mauricio Flores Fiallos, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Abril, 2017

Ing. Mg. Carlos Navarro

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Alex Mauricio Flores Fiallos con C.I: 0501825368, 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 COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”** es de mi completa autoría y fue realizado en el período Julio 2016 – Diciembre 2016.

Abril, 2017

Egdo. Alex Mauricio Flores Fiallos

DERECHOS DEL AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de investigación o parte de ello un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación.

Cedo los derechos en línea patrimonial de mi proyecto con fines de difusión pública además apruebo la reproducción del mismo, dentro de las regularidades de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Abril, 2017

Egdo. Alex Mauricio Flores Fiallos

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”**, del egresado Alex Mauricio Flores Fiallos, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Para constancia firman.

Ing. Mg. Galo Núñez

Ing. Geovanny Paredes

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre por ser la fuerza incondicional que cada día me motiva a sobresalir y demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi padre que gracias a sus enseñanzas y su ejemplo estoy donde estoy en este momento, aunque tú ya no estás en este mundo padre esto es por ti. A mi hermano por su ejemplo a seguir, a mis Hermanas por ser mis niñas hermosas. Y a mis dos hijos por ser el motor a seguir en esta vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, le doy gracias a Dios por haberme guiado a lo largo de mi vida, la gloria siempre sea para ti.

A mis padres por el apoyo incondicional en cada momento y sobre todo por todos los valores que me han inculcado.

A mis hermanas y hermano por todo el amor brindado y paciencia que han sabido tenerme los amo mucho

A mis dos hijos Matias Josue y Mauricio Nicolas que son la bendición más grande que Dios me dio

A mi tutor Ing. Carlos Navarro que me apoyo incondicionalmente en cada paso de mi proyecto de graduación.

A la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica que me supo abrir sus puertas para poder alcanzar esta anhelada meta y a toda mi familia, compañeros y amigos que me supieron apoyar en el transcurso de mis estudios.

ÍNDICE GENERAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO	III
DERECHOS DEL AUTOR	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE GENERAL	VIII
ÍNDICE DE IMÁGENES, TABLAS Y FOTOGRAFÍAS.	XII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIV
CAPÍTULO I.	1
ANTECEDENTES	1
1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.	1
1.2 ANTECEDENTES.	1
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.4 OBJETIVOS.	3
1.4.1 OBJETIVO GENERAL:.....	3
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	3
CAPÍTULO II.....	4
FUNDAMENTACIÓN.....	4

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
HORMIGÓN.....	4
AGLOMERANTES	4
• <i>Hidráulicos.</i> –	4
• <i>Aéreos.</i> –	4
• <i>Hidrocarbonatados.</i> –	4
COMPONENTES DEL HORMIGÓN	5
CEMENTO.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
• <i>Composición Química.</i> –	5
• <i>Utilización.</i> –	5
• <i>Resistencia.</i> –	5
• <i>Fraguado.</i> –	5
• <i>Tipo I.</i> -	6
• <i>Tipo II.</i> -	6
• <i>Tipo III.</i> -	6
• <i>Tipo IV.</i> -	6
• <i>Tipo V.</i> -	6
ÁRIDOS	7
ÁRIDO FINO (ARENA)	7
ÁRIDO GRUESO (GRAVA-RIPIO)	8
PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS GRUESO Y FINO.....	8
DENSIDAD APARENTE SUELTA	8
DENSIDAD APARENTE COMPACTADA	8
DENSIDAD REAL DE LOS AGREGADOS	8
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS	9
GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS.....	9
CURVA GRANULOMÉTRICA DE LOS AGREGADOS	9
MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO	10
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	10
AGUA DE AMASADO	10
AGUA DE CURADO	10
RELACIÓN AGUA -CEMENTO	11
PROCESO DE ELABORACIÓN DE PROBETAS DE HORMIGÓN	11
DOSIFICACIÓN	11
MEZCLA	12

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO	13
TRABAJABILIDAD.....	13
CONSISTENCIA	13
CONO DE ABRAMS (INEN 1578 –ASTM C143).....	13
HOMOGENEIDAD.....	14
PESO ESPECÍFICO.....	14
PROPIEDADES DEL HORMIGÓN ENDURECIDO	15
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	15
DENSIDAD.....	15
COMPACIDAD.....	15
PERMEABILIDAD.	15
RESISTENCIA AL DEGASTE (DURABILIDAD).	15
TIPOS DE FALLA EN CILINDROS DE HORMIGÓN ENSAYADOS A COMPRESIÓN.	16
FIBRAS.....	17
FIBRA DE ACERO.....	17
HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO (HRFA).....	18
2.2 HIPÓTESIS.....	19
2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.....	19
2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.	19
2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.	19
CAPÍTULO III.	20
METODOLOGÍA.....	20
3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.	20
3.1.1 TIPOS DE NIVEL.....	20
3.1.1.1 Investigación Bibliográfica.	20
3.1.1.2 Investigación de Campo.	20
3.1.1.3 Investigación de Laboratorio.	20
3.1.2 TIPOS DE INVESTIGACION.....	20

3.1.2.1 <i>Exploratorio</i>	20
3.1.2.2 <i>Descriptivo</i>	20
3.1.2.3 <i>Explicativo</i>	20
3.1.2.4 <i>Experimental</i>	20
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	21
3.2.1 POBLACIÓN	21
3.2.2 MUESTRA	21
3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	22
HIPÓTESIS	22
3.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE	22
3.3.2 VARIABLE INDEPENDIENTE	23
3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	23
3.4.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	24
3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	24
CAPÍTULO IV	26
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	26
4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS	26
TABLAS DE RESULTADOS	33
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	44
CAPÍTULO V	45
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
5.1 CONCLUSIONES	45
5.2 RECOMENDACIONES	46
ANEXOS	49

ÍNDICE DE IMÁGENES, TABLAS Y FOTOGRAFÍAS.

IMÁGENES.

Gráfico N°. 1 Tipos de Fallas en Probetas de Hormigón a Compresión.....	16
Gráfico N°. 2 Diferentes Formas de Fibras de Acero.	17

TABLAS.

Tabla N°. 1 Límites de Granulometría Agregado Grueso.....	9
Tabla N°. 2 Límites de Granulometría Agregado Fino.....	10
Tabla N°. 3 Relación A/C según resistencia a la compresión del hormigón.....	11
Tabla N°. 4 Cantidad de pasta según asentamiento en el hormigón.	12
Tabla N°. 5 Datos requeridos para dosificar.	12
Tabla N°. 6 Cuadro de la Variable Dependiente.	22
Tabla N°. 7 Cuadro de la Variable Independiente.....	23
Tabla N°. 8 Recolección de Información.....	23
Tabla N°. 9 Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información.....	24
Tabla N°. 10 Cuadro de Técnicas e Instrumento.	24
Tabla N°. 11 Análisis Granulométrico Agregado Grueso.....	26
Tabla N°. 12 Análisis Granulométrico Agregado Fino.....	26
Tabla N°. 13 Densidad Aparente Compactada del Agregado Fino y Grueso.	28
Tabla N°. 14 Densidad Aparente Compactada de la Mezcla.	29
Tabla N°. 15 Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Grueso.....	30
Tabla N°. 16 Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Grueso.....	31
Tabla N°. 17 Densidad Real del Cemento.....	32
Tabla N°. 18 Dosificación de Hormigones.	33
Tabla N°. 19 Promedio del Hormigón Normal a los 14 Días.....	34
Tabla N°. 20 Promedio del Hormigón Normal a los 28 Días.....	34
Tabla N°. 21 Promedio del Hormigón con 5% de Limalla a los 14 Días.....	35
Tabla N°. 22 Promedio del Hormigón con 10% de Limalla a los 14 Días.....	35
Tabla N°. 23 Promedio del Hormigón con 15% de Limalla a los 14 Días.....	36
Tabla N°. 24 Promedio del Hormigón con 5% de Limalla a los 28 Días.....	36
Tabla N°. 25 Promedio del Hormigón con 10% de Limalla a los 28 Días.....	37
Tabla N°. 26 Promedio del Hormigón con 15% de Limalla a los 28 Días.....	37
Tabla N°. 27 Promedio del Hormigón con 5% de Viruta a los 14 Días.....	38
Tabla N°. 28 Promedio del Hormigón con 10% de Viruta a los 14 Días.....	38
Tabla N°. 29 Promedio del Hormigón con 15% de Viruta a los 14 Días.....	39
Tabla N°. 30 Promedio del Hormigón con 5% de Viruta a los 28 Días.....	39
Tabla N°. 31 Promedio del Hormigón con 10% de Viruta a los 28 Días.....	40
Tabla N°. 32 Promedio del Hormigón con 15% de Viruta a los 28 Días.....	40

FOTOGRAFÍAS.

Fotografía 1.- Medición de Agregado.....	45
--	----

Fotografía 2.- Ensayo Cono de Abrams.....	45
Fotografía 3.- Mezcla de Agregados.....	45
Fotografía 4.- Mezcla en la Concretera.....	45
Fotografía 5.- Elaboración Probetas.....	45
Fotografía 6.- Peso de Agregado.....	45
Fotografía 7.- Elaboración Probetas.....	46
Fotografía 8.- Colocación de la Probeta en la Máquina.....	46
Fotografía 9.- Señalamiento de fisuras de la Probeta en la Máquina.....	46
Fotografía 10.- Deformación de la Probeta en la Máquina.....	46
Fotografía 11.- Deformación Permanente en Vigas.....	46
Fotografía 12.- Fisuras en el ensayo.....	46
Fotografía 13.- Probetas Ensayadas.....	46

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”

En el presente trabajo se investiga el efecto sobre la resistencia a flexión al añadir fibras de acero comerciales, virutas y limallas de acero de reciclaje, con una resistencia de diseño $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo con un esfuerzo de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$, para lo cual se realizó un diseño, elaboración y curado de especímenes en laboratorio. Se elaboraron vigas de hormigón armado con adición de fibras de acero comerciales virutas y limallas de acero con el 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución parcial del cemento. Las vigas óptimas con el 15% presentan una deformación a la flexión en un rango aproximado de 2 mm, considerando así a estos porcentajes como los óptimos para la sustitución parcial con puzolanas artificiales. La sustitución parcial del cemento con el 10% de virutas de acero se consideró como una de las ideal, ya que la trabajabilidad del hormigón con este porcentaje fue el más adecuado y el valor de la flexión fue de 1,39mm , mejorando así en un 25,6%, ensayadas a los 28 días de curado en comparación de una viga normal.. En conclusión, la sustitución parcial del cemento con el 15% de viruta de acero se puede considerar como las ideales para mejorar la resistencia a flexión.

ABSTRACT

THEME: "COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESISTANCE TO FLEXION OF THE ARMED CONCRETE ADDING COMMERCIAL FIBERS, CHIPS AND STEEL CLEANERS."

In this paper the effect on flexural strength is investigated by adding commercial steel fibers, shavings and recycled steel fillets, with a design strength $f'c = 240 \text{ kg / cm}^2$ and reinforcing steel with creep force $Fy = 4200 \text{ kg / cm}^2$, for which a design, elaboration and curing of laboratory specimens was carried out. Reinforced concrete beams were made with addition of commercial steel fibers shavings and steel filings with 5%, 10%, 15% and 20% of partial replacement of the cement. Optimal beams with 15% exhibit flexural deformation in a range of approximately 2 mm, thus considering these percentages as the optimum for partial substitution with artificial pozzolans. The partial replacement of the cement with 10% of steel shavings was considered as one of the ideal ones, since the workability of the concrete with this percentage was the most adequate and the value of the flexion was of 1.39mm, thus improving in a 25.6%, tested at 28 days of curing in comparison to a normal beam. In conclusion, partial replacement of cement with 15% of steel shavings can be considered as the ideal ones to improve the flexural strength.

CAPÍTULO I.

ANTECEDENTES

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL.

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”

1.2 ANTECEDENTES.

Usar fibras como refuerzo de los materiales de construcción no es nueva. La adición de fibras, considerada como técnica para el refuerzo en materiales frágiles, constituye una práctica manipulada desde hace miles de años.

El hormigón hidráulico marcó grandes bases para el desarrollo constructivo desde su descubrimiento en el siglo XIX debido a que es moldeable en su etapa de preparación, a su alta resistencia en compresión ya que es un material económico dada la composición del mismo. Como todo material también tiene desventajas, y la más desfavorable es que conserva una baja capacidad de resistir esfuerzos de tracción, por lo que esa fragilidad se convirtió en una de las razones para empezar a buscar métodos para reforzarlo.

El concreto reforzado mediante la adición de fibras cortas dispersas durante el proceso de mezclado del mismo, representa una práctica que desde el siglo pasado ha sido tema de diversos estudios, todos ellos con el objetivo de constituir una innovación relevante en el campo de los hormigones especiales.

Es en Norteamérica, precisamente en Estados Unidos que a principios del siglo XX inicia una serie de investigaciones elementales acerca de las propiedades físico-mecánicas del hormigón al cual le fueron incorporando elementos de acero como refuerzo tales como clavos, segmentos de alambre y virutas de metal.

La inclusión de fibras con una apropiada resistencia mecánica a la tensión, como las fibras de acero, homogéneamente distribuidas en el hormigón fresco, conforman una micro-armadura la cual, por un lado, trabaja eficazmente en controlar la formación de

grietas por tracción cosiendo el matriz cementante y, por otro lado, confiere al concreto mejores respuestas en sus propiedades físico- mecánicas.

1.3 JUSTIFICACIÓN.

En las últimas décadas, la incorporación del hormigón reforzado con fibras han generado una impresionante evolución en el campo de la construcción alrededor del mundo, mas no ha significado un gran avance en nuestro país en el que ve el hormigón a uno de sus materiales primordiales para las consideraciones de diseño y costo de los proyectos que se estudian y ejecutan, pero que aún no visualizan el empleo de materiales innovadores que ayudarían en la optimización de recursos y en la edificación de estructuras durables en el tiempo con la capacidad de soportar las acciones del medio natural, ataques físicos u otros procesos de deterioro con un mínimo mantenimiento.[1]

El hormigón ha llegado a ser el material más ampliamente empleado en el sector de la construcción pero a pesar de su importante resistencia a compresión, prácticamente no resiste esfuerzos a tracción y presenta una falla frágil al momento de su rotura.[2]El conocimiento de que las fibras se han utilizado para reforzar materiales frágiles, dio la pauta para que surja la idea de adicionar fibras dispersas dentro del concreto con la finalidad de contribuir a la mejora de determinadas características del hormigón convencional.[2]

Dentro del presente proyecto se analizará, estudiará y evaluará la influencia de la incorporación de fibras de acero en el hormigón con los resultados finales obtenidos de todos los ensayos de laboratorio, se contará con una suficiente información que pueda describir el real comportamiento que presentan los hormigones reforzados con diversas concentraciones de fibra de acero, utilizando en su elaboración los agregados propios del medio local.[3]

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 Objetivo General:

Diseñar un hormigón adicionando a la mezcla virutas, limallas y fibras de acero.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Evaluar el comportamiento a flexión del hormigón con las adiciones de virutas, limallas y fibras de acero.
- Realizar un análisis comparativo de la resistencia a flexión del hormigón con los materiales propuestos.
- Determinar el porcentaje óptimo de los materiales propuestos para obtener una resistencia aceptable.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

Hormigón

El hormigón es una mezcla homogénea de áridos finos, gruesos, un aglomerante y agua en las debidas proporciones para que fragüe y endurezca.

Aglomerantes

Material que en estado de pasta (polvo fino más agua) puede ser moldeado y mezclado con otros materiales, gracias a su adherencia permite unirlos, endureciéndolos y formando un solo cuerpo con adecuada resistencia mecánica. Estos pueden ser:

- **Hidráulicos.** –

Como el cemento y cal hidráulica, que endurecen en presencia del agua, incluso bajo esta.

- **Aéreos.** –

En este grupo encontramos a la cal, el yeso, la magnesia, que son aglomerantes que fraguan en presencia del aire, no son adecuados en exposición al agua.

- **Hidrocarbonatados.** –

Formado por hidrocarburos en estado líquido o viscoso, como el alquitrán y el betún que adquieren dureza al evaporarse sus disolventes.

Para modificar ciertas características del hormigón se añade durante el proceso de amasado productos o materiales específicos denominados aditivos, los que permiten impermeabilizar, dar color al hormigón, fluidificar, variar la ductilidad, tiempo de fraguado, durabilidad, otros reducen apreciablemente el contenido de agua como los super plastificantes generando hormigones manejables y resistentes.

El hormigón simple tiene una elevada resistencia a la compresión, pero su comportamiento a tensión, flexión y corte no es considerablemente eficiente, motivo por el cual en la mayoría de obras civiles se lo emplea en combinación con acero de refuerzo, conformando el denominado hormigón armado.

En el campo de la ingeniería civil el hormigón constituye una de los materiales más versátiles para construir, tiene la capacidad de adaptarse a la forma del encofrado ofreciendo gran resistencia y durabilidad. Sus usos van desde cimientos y pilotes, muros de cimentación, muros de contención, losas, elementos estructurales como vigas y columnas, carreteras, aceras, etc. Constituyendo caminos, edificaciones, puentes, obras hidráulicas, entre muchas otras.

COMPONENTES DEL HORMIGÓN

Cemento

Conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcillas calcinadas, con adición de yeso, que tiene la propiedad de fraguar y endurecer al contacto con el agua, adquiriendo resistencias considerables. Para la elaboración de probetas de hormigón este debe cumplir las especificaciones de la norma INEN 152. Se clasifica según su:

- **Composición Química.** –
Forman parte de esta categoría los cementos portland, puzolánicos, con cenizas volantes, sideropuzolánicos, naturales, escorias, siderúrgicos, aluminosos sulfatados.
- **Utilización.** –
Empleados para propósitos especiales en obras características están los cementos resistentes a los sulfatos, de alta resistencia inicial, de bajo calor de hidratación, resistentes al agua de mar, de albañilería, cementos blancos.
- **Resistencia.** –
Acorde a la resistencia a la compresión del hormigón a una edad determinada, a los 28 días de edad para hormigones de uso normal, y a los 90 días para uso especial.
- **Fraguado.** –
Se considera en base al tiempo de su fraguado como lentos o rápidos, tomando como base 1 hora reloj.

El tipo de cemento más comúnmente empleado es el cemento hidráulico portland constituido por aproximadamente 60% de caliza y 40% de arcilla que es mezclado, llevado a hornos con grandes temperaturas y finalmente mediante pulverización se obtiene el denominado Clinker que en conjunto con el yeso y demás aditivos constituyen los distintos tipos de cemento portland.

En la norma ecuatoriana INEN 152 [16] se denomina al cemento portland como cemento hidráulico producido por pulverización de Clinker, consistente esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos cristalinos, conteniendo usualmente uno o más de los siguientes elementos: agua, sulfato de calcio, hasta 5% de piedra caliza y adiciones de proceso.

- **Tipo I.-**

Cemento de uso común utilizado en la construcción en general, donde el hormigón no se encontrará expuesto a sulfatos. Dentro de esta categoría se tiene [17] al cemento Tipo IA con aditivo incorporador de aire, Tipo IE que contiene alrededor del 20% de puzolana, y el Tipo IP con un 40% de puzolana. En el Ecuador se usa cemento Tipo IP o IE, cuyos beneficios son la resistencia a aguas con sulfatos y generar menor calor de hidratación.

- **Tipo II.-**

Cemento con menor calor de hidratación que el anterior y que resiste el ataque de sulfatos moderadamente.

- **Tipo III.-**

Cemento de fraguado rápido y que alcanza una resistencia elevada en poco tiempo (aproximadamente 24 horas) empleado en obras que se encuentran en contacto con el agua, su inconveniente es el elevado calor de hidratación que se genera.

- **Tipo IV.-**

Cemento de fraguado lento, empleado en obras civiles de gran tamaño debido a su bajo calor de hidratación.

- **Tipo V.-**

Cemento usado en ambientes expuestos a sulfatos, gracias a la resistencia que presenta ante estos.

El cemento portland debe ser lo suficientemente fino para hidratarse correctamente y lo suficientemente grueso para emitir menos calor de hidratación y proporcionar la resistencia requerida. Este es distribuido en sacos, los mismos que deben ser almacenados en un lugar seco y deben ser usados preferentemente antes del mes de suministrado.

La densidad real del cemento esta alrededor de los 3 kg/dm^3 , valor que para dosificaciones es determinado mediante ensayos de laboratorio en el que se emplea el método del picnómetro con gasolina.

Áridos

Para la norma INEN 694 [19] es el material granular como arena, grava, piedra triturada o escoria de altos hornos de hierro, que se usa con un cementante para elaborar hormigón o mortero de cemento hidráulico.

Estos se clasifican según el tamaño en áridos gruesos (grava) y áridos finos (arena), para la elaboración de morteros deben cumplir con la norma INEN 872, que indica las granulometrías adecuadas. Los agregados tanto grueso como fino conforman cerca de las $\frac{3}{4}$ partes del volumen total de hormigón elaborado, al ser más económicos que el cemento se propicia emplear la cantidad adecuada de áridos que minimice el costo global del hormigón.

Una de las principales funciones de los agregados es transmitir su resistencia a la compresión y abrasión al concreto elaborado con ellos, motivo por el cual se recomienda que estos sean fuertes, durables y limpios, este último aspecto garantiza la adherencia con la pasta de cemento.

El contenido de humedad de los agregados se basa en la norma INEN 862, factor que interviene al momento del fraguado debido a que el cemento reduce su volumen los agregados actúan disminuyendo los cambios volumétricos en el conjunto.

Árido Fino (Arena)

Material que pasa la malla número 4, es decir agregados con tamaños menores a los 5mm. Los áridos recomendados son aquellos de tipo silíceo, calizas sólidas y densas, las mejores arenas son las de río, las rocas sedimentadas o volcánicas son motivo de análisis, no se deben emplear gravas originadas de calizas blandas, feldespatos, piritas, yesos o rocas porosas, las provenientes de minas deben lavarse por contener arcilla.

Una condición de la arena para aceptarse como material constituyente del hormigón es que esté limpia y crujiente al apretar en los dedos, su función es la de llenante por lo cual debe estar bien graduada y proporcionar manejabilidad al hormigón. Si su textura tiende a ser suave y la forma es redondeada se necesitará menos cantidad de agua para el amasado.

Árido Grueso (Grava-Ripio)

El material cuyo tamaño es mayor a 5mm (Tamiz N° 4) [20]. En lo que se refiere al agregado grueso es preferible que sean triturados, estos mejoran la adherencia con la pasta proporcionando una mayor resistencia.

Es preferible que sean agregados cúbicos o esféricos ya que necesitan menor cantidad de pasta para cubrir su superficie, al ser angulosos dificultan la trabajabilidad, también deben evitarse el uso de gravas alargadas porque están no proporcionan resistencias adecuadas además de que acumulan agua bajo su superficie.

Los agregados fino y grueso deben tener densidades reales mayores a 2.6 g/cm^3 para considerarse válidos en dosificaciones de hormigón.

PROPIEDADES DE LOS ÁRIDOS GRUESO Y FINO

Densidad Aparente Suelta

Es la relación entre la masa del agregado suelto para el volumen del recipiente que lo contiene. La norma INEN 858 determina el procedimiento para determinar este parámetro.

Densidad Aparente Compactada

Definido como la división de la masa del agregado compactado en un molde cilíndrico en tres capas con 25 golpes de varilla, para el volumen del recipiente. El proceso de determinación de este valor se rige a la norma INEN 858

Densidad Real de los Agregados

Esta es igual a la masa de material en condición de humedad saturado superficie seca es decir cuando no tiene humedad superficial, pero los poros de las partículas están saturados de agua, dividido para el volumen de material.

En el caso del agregado fino se determina mediante el uso del método del picnómetro siguiendo la norma INEN 856, donde la densidad real es la masa en el aire de un volumen de arena para la masa en el aire de un volumen igual de agua.

Para el agregado grueso se ejecuta el ensayo con la norma INEN 857, empleando el método de la canastilla.

Capacidad de Absorción de los Agregados

Es la cantidad de agua que se necesita para que el material alcance la condición saturada superficie seca, este estado indica que el agregado se encuentra en equilibrio.

Relaciona la masa de agua en el material en estado natural y la masa cuando el material es secado al horno, denominada también Contenido de Humedad cuyo ensayo se basa en la norma INEN 862.

Granulometría de los Agregados

Es el ensayo que permite obtener las distribuciones adecuadas de material granular en cuando a tamaño según varios tamices que responden a la Serie de Tyler, ensayo correspondiente a la norma INEN 872. Con este proceso se consigue una mezcla de agregados finos y gruesos en proporciones óptimas para elaborar hormigón Acorde a la norma ASTM E11 los tamices para el agregado grueso son 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4 y para el agregado fino la serie de tamices son 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.

Curva Granulométrica de los Agregados

La norma ASTM C33 determina límites para la curva granulométrica dentro de los cuales se verifica si el árido empleado es apto para elaborar hormigón, si la curva está bajo la de la norma el agregado es muy grueso, y si está por sobre la curva de la norma el agregado es muy fino.

Tabla N°. 1 Límites de Granulometría Agregado Grueso.

Tamiz		Limite (% que pasa)	
ASTM C33	Abertura (mm)	Inferior	Superior
2"	50.8	100	100
1 1/2"	38.0	95	100
1"	25.4	-	-
¾"	19.0	35	70
½"	12.5	-	-
3/8"	9.5	10	30
N°4	4.76	0	5

Fuente. - ASTM C-33. Especificación Normalizada para Agregados en el Concreto.

Tabla N°. 2 Límites de Granulometría Agregado Fino.

Tamiz		Limite (% que pasa)	
ASTM C33	Abertura (mm)	Inferior	Superior
3/8"	9.50	100	100
N°4	4.75	95	100
N°8	2.38	80	100
N°16	1.19	50	85
N°30	0.60	25	60
N°50	0.30	10	30
N°100	0.15	2	10

Fuente. - ASTM C-33. Especificación Normalizada para Agregados en el Concreto.

Módulo de Finura del Agregado Fino

Denominado también como módulo granulométrico, se obtiene mediante la suma de los porcentajes retenidos en los tamices de la Serie de Tyler, hasta el tamiz N°100, esto dividido para 100, conforme el módulo de finura disminuye se tiene un agregado más fino, este valor debe estar entre 2.3 y 3.1 para aceptarse apta la arena en la elaboración de hormigón.

Tamaño Nominal Máximo del Agregado Grueso

Denominado como el tamaño del tamiz comercial anterior al tamiz en el que se retuvo 15% o más de agregado grueso.

Agua de Amasado

Agua empleada para conseguir la mezcla entre el cemento y los áridos, formando un material trabajable, plástico y moldeable. La cantidad estará determinada por la dosificación calculada, el exceso cuando es evaporado provoca huecos en el hormigón reduciendo la resistencia. Esta debe cumplir requisitos expuestos en la norma INEN 2617.

Agua de Curado

Actúa durante el proceso de fraguado y primer endurecimiento del concreto, evitando reacciones prematuras, mejorando la hidratación del cemento e impidiendo desecación.

Relación Agua -Cemento

El agua en exceso debilita al hormigón, por tal circunstancia este parámetro es de gran importancia en cuanto al control de calidad del concreto. Cuando se tiene una mayor relación agua cemento (A/C) la resistencia del hormigón disminuye, de esta relación también depende la durabilidad, la fluencia y la retracción.

Proceso de elaboración de probetas de hormigón

La elaboración de las probetas con los diferentes porcentajes de vidrio seguirá un mismo procedimiento descrito en la norma INEN 1576.

Dosificación

Consiste en el diseño de la mezcla estableciendo las cantidades de cada uno de los materiales que conformaran el hormigón, elaborada en base a las características de granulometría, propiedades físico químicas de los agregados y tipo de cemento.

Tabla N°. 3 Relación A/C según resistencia a la compresión del hormigón.

f`c a los 28 días de edad (kg/cm²)	A/C
450	0.37
420	0.40
400	0.42
350	0.47
320	0.51
300	0.52
280	0.53
250	0.56
240	0.57
210	0.58
180	0.62
150	0.70

Fuente. - GARZÓN M., “Seminario de Graduación, Investigación sobre el Módulo de Elasticidad del Hormigón”, Universidad Central del Ecuador, p.47, Quito (2010).

Tabla N°. 4 Cantidad de pasta según asentamiento en el hormigón.

Asentamiento (cm)	Cantidad de Pasta CP
0 – 3	POV + 2% + 3%(POV)
3 – 6	POV + 2% + 6%(POV)
6 – 9	POV + 2% + 8%(POV)
9 – 12	POV + 2% + 11%(POV)
12 – 15	POV + 2% + 13%(POV)

Fuente. - GARZÓN M., “Seminario de Graduación, Investigación sobre el Módulo de Elasticidad del Hormigón”, Universidad Central del Ecuador, p.47, Quito. (2010).

Tabla N°. 5 Datos requeridos para dosificar.

Datos	Nomenclatura
Resistencia del Hormigón a los 28 días	f`c
Asentamiento en el Cono de Abrams	
Densidad real del cemento	DRC
Densidad real de la arena	DRA
Densidad real del ripio	DRR
Porcentaje óptimo de ripio	POR
Porcentaje óptimo de arena	POA
Densidad optima del agregado	DOAg
Densidad aparente suelta de la arena	DASA
Densidad aparente suelta del ripio	DASR
Densidad aparente compactada de la arena	DACA
Densidad aparente compactada del ripio	DACR

Fuente: Egdo. Flores Alex.

Mezcla

La incorporación y mezcla se ejecuta cuidadosamente para obtener homogeneidad. Este puede ser manual o mecánico.

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN FRESCO

Trabajabilidad

Un hormigón se considera trabajable cuando puede adaptarse fácilmente a cualquier forma de encofrado, con un mínimo de trabajo mecánico (vibración) aplicado. Cuantitativamente la trabajabilidad se mide mediante el Asentamiento del cono de Abrams o el diámetro de dispersión en la Mesa de Flujo; mientras mayor es el asentamiento o mayor es el diámetro de dispersión, el hormigón es más trabajable.

Los procesos de ensayo están definidos por ASTM a nivel internacional y por INEN en el Ecuador.

Asentamientos menores a 2” (5 cm) corresponde a hormigones poco trabajables; asentamiento entre 3” (7,5 cm) y 5” (12,5 cm) corresponde a hormigones medianamente trabajable; asentamiento superior a 6 “(15 cm) son característicos de hormigones muy trabajables.

Consistencia

Es la capacidad que tiene el hormigón de mantener en suspensión todas las partículas que lo componen, su forma varía de acuerdo a los diferentes factores entre los más importantes tenemos: tamaño y forma de áridos, cantidad de agua de amasado. Existen diferentes maneras de medir la consistencia del hormigón siendo el más usual el Cono de Abrams (INEN 1578- ASTM C143).

Cono de Abrams (INEN 1578 –ASTM C143)

Procedimiento para medir la consistencia del hormigón para obtener un asentamiento entre 15 – 23 cm. [13]

1. Colocar el cono sobre una bandeja o placa rígida.

Se debe humedecer el interior del cono y la base donde se va a colocar el cono, la superficie debe ser no absorbente, plana, horizontal y firme.

2. Llenar el cono en tres capas

Se llena el cono en tres capas de igual volumen, con una varilla metálica de punta redonda de 16 mm de diámetro se compacta dando 25 golpes a cada capa distribuyéndolos uniformemente en toda la superficie.

3. Enrasar la superficie.

Se retira el exceso de hormigón y se enrasa la superficie.

4. Sacar el molde

Levantar el molde con precaución en dirección vertical, esta operación debe realizarse en 5 ± 2 segundos sin mover el hormigón en ningún momento.

5. Medir el asentamiento

Se debe medir el asentamiento como se indica en la figura, en el caso de superficies irregulares el asentamiento se determina midiendo la diferencia de altura del molde y la del punto medio de la parte superior de la muestra después del ensayo, el tiempo para medir el ensayo no debe ser mayor a 2 ½ minutos.

Homogeneidad

Es la cualidad por la cual los diferentes componentes del hormigón se encuentran regularmente distribuidos en toda la masa, de manera tal que dos muestras tomadas de distintos lugares de la misma resulten prácticamente iguales. La homogeneidad se consigue con un buen amasado y, para mantenerse, requiere un transporte cuidadoso y una colocación adecuada.

La homogeneidad puede perderse por segregación (separación de los gruesos por una parte y los finos por otra) O por decantación (los granos gruesos caen al fondo y el mortero queda en la superficie, cuando la mezcla es muy líquida). Ambos fenómenos aumentan con el contenido de agua, con el tamaño máximo del árido, con las vibraciones o sacudidas durante el transporte y con la puesta en obra en caída libre.

Peso específico

Es la cantidad de peso por unidad de volumen (densidad = peso / volumen), varía de acuerdo a la clase de áridos y con la forma de colocación en obra.

PROPIEDADES DEL HORMIGÓN ENDURECIDO

Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión del hormigón se determina en muestras cilíndricas estandarizadas de 15cm de diámetro y 30 cm de altura, llevadas hasta la rotura mediante cargas incrementadas relativamente rápidas, que duran unos pocos minutos.

Esta resistencia se la mide luego de 28 días de fraguado bajo condiciones controladas de humedad.

Densidad

La densidad del hormigón se define como el peso por unidad de volumen, dependen de diferentes factores entre ellos la granulometría de los áridos y el método de compactación utilizado. La densidad presenta variaciones provenientes de la evaporación de agua de amasado hasta un 7% de su valor densidad inicial.

Compacidad

Se encuentra relacionada con la densidad, ya que depende de los mismos factores. Este método de consolidación tiene por objeto introducir, en un volumen determinado, la mayor cantidad posible de áridos y, al mismo tiempo, que los huecos dejados por éstos se rellenan con la pasta de cemento, eliminando por completo las burbujas de aire.

Permeabilidad.

Facilidad que presenta un hormigón a ser atravesado por un fluido, sea líquido o gaseoso. La permeabilidad es muy sensible a la relación agua / cemento (W/ C).

Resistencia al desgaste (Durabilidad).

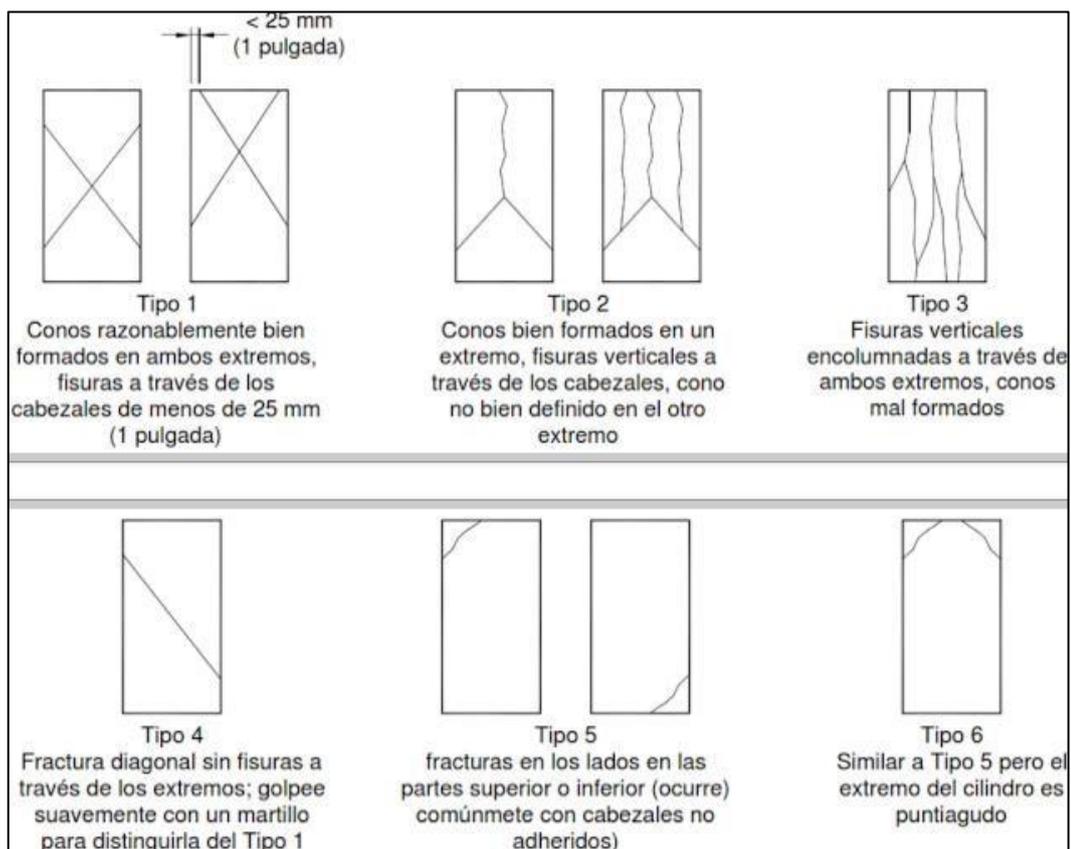
Capacidad del hormigón de resistir el paso de tiempo sin perder sus otras propiedades, depende de los factores que afectan al material ya sean: físicos, mecánicos o químicos.

Tipos de Falla en Cilindros de Hormigón Ensayados a Compresión.

Las probetas cilíndricas de hormigón presentan ligeras fisuras de adherencia producto de la retracción del fraguado, una vez que se aplica la carga de compresión estas fisuras aumentan en número y longitud de manera lineal, al alcanzar el 90% del esfuerzo de rotura las fisuras incrementan exponencialmente hasta convertirse en rajaduras que provocan la rotura del hormigón. [23]

La norma INEN 1573 indica que el cilindro de hormigón debe ser sometido a compresión hasta que se haya alcanzado la capacidad máxima y se observe que la carga disminuye constantemente, a la vez en la probeta se identifique un patrón de falla específico. Los Tipos de falla se encuentran en el Anexo A de la norma mencionada.

Gráfico N°. 1 Tipos de Fallas en Probetas de Hormigón a Compresión



Fuente. - Tipos de fallas en probetas de hormigón a compresión. NTE INEN 1573.

FIBRAS

El uso de las fibras en la construcción de albañilería surge desde tiempos antiguos, teniendo su origen en la utilización de la paja para reforzar ladrillos de adobe y el pelo de caballos usado para reforzar morteros para pegar mampostería. Actualmente se usan las fibras en la mayoría de los materiales de construcción con la finalidad de mejorar sus propiedades.

Fibra de Acero

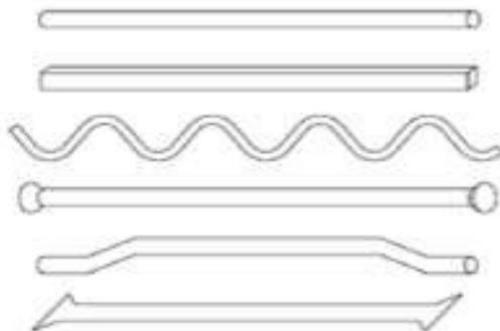
Las fibras de acero son elementos de corta longitud y pequeña sección, que han ido variando desde un simple alambre cortado en trozos a las fibras actuales, con longitud, diámetros equivalentes y con formas muy diversas, ya sean lisas, onduladas con extremos cónicos o de gancho, entre otras.

Una de las características considera como principal para su aplicación es su esbeltez, que tiene relación con la longitud L y el diámetro equivalente De , $\lambda = L/De$, esbeltez.

La norma ASTM A820 establece la siguiente clasificación según su proceso de fabricación:

- Trefiladas: fibras de alambre conformado a frio.
- Láminas cortadas: fibras cortadas de chapas de acero.
- Extractos fundidos: las fibras extraídas por fundición. iv. otras fibras

Gráfico N°. 2 Diferentes Formas de Fibras de Acero.



Fuente: Blanco A. “Durabilidad del hormigón con fibras de acero”

Se han empleado en la fabricación de morteros y hormigones las fibras de acero debido a que su módulo de elasticidad es diez veces mayor que el del hormigón, principalmente se han aplicado con el fin de mejorar la resistencia al impacto y resistencia a la fisuración.

Ventajas

- Mejoran la resistencia a tracción, flexión y corte.
- Presentan buenas características al impacto.
- Dan mayor resistencia ante diferentes tipos de cargas.

Desventajas

- Presentan un alto nivel de oxidación, si se encuentran expuestas a la superficie.
- En la mezcla reducen la trabajabilidad, debido al tamaño de su longitud y diámetro.

HORMIGONES REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO (HRFA)

EL hormigón con fibra es el resultado de combinar el concreto convencional con fibras de acero, cuya misión es incrementar determinadas características físico- mecánicas del hormigón normal. Adicionalmente se puede definir al HRFA comparándolo con el hormigón armado tradicional, la diferencia que los separa está en que, en lugar de presentar unas cuantas barras de acero orientadas en una dirección determinada, el hormigón fibro-reforzado incorpora cantidades considerables de fibras orientadas aleatoria y tridimensionalmente, a las cuales se transmiten los esfuerzos producidos el momento en que la matriz aglutinante empieza a fisurarse.

Las ventajas que presenta el uso de hormigón reforzado con fibras de acero en el ámbito estructural son:

- Control de la fisuración.
- Aumento de la resistencia a la abrasión.
- Gran resistencia a la fatiga dinámica.
- Reducción de la deformación bajo cargas permanentes.
- Reducción de la fragilidad, aumento de la tenacidad.
- Incremento significativo de la resistencia al impacto y choque.

- Mejora de durabilidad.
- Aplicación más simple y rápida.

2.2 HIPÓTESIS.

La inclusión de fibras, limallas y virutas de acero en la realización del hormigón influye en la resistencia a flexión.

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS.

2.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

La inclusión de fibras, limallas y virutas de acero en la realización del hormigón

2.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.

Resistencia a flexión.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 TIPOS DE NIVEL.

3.1.1.1 Investigación Bibliográfica.

Se ha utilizado para la elaboración de la fundamentación teórica con consulta de varios libros, artículos, monografías, para la elaboración del proyecto.

3.1.1.2 Investigación de Campo.

No se ha utilizado la investigación de Campo.

3.1.1.3 Investigación de Laboratorio.

Se utilizó la investigación de laboratorio para realizar los ensayos, en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato.

3.1.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN.

3.1.2.1 Exploratorio.

El proyecto es de tipo exploratorio por que se explora el tema de los hormigones y sus diferentes variaciones de proceso, de materiales y durabilidad al momento de realizarlos.

3.1.2.2 Descriptivo.

El proyecto es de tipo descriptivo, ya que conlleva al hecho mismo del análisis real para la obtención de las materias primas.

3.1.2.3 Explicativo.

El proyecto es de tipo explicativo, ya que se indica las características y proceso para realizar el hormigón adicionando limallas y virutas de acero en diferentes porcentajes tales como (5%, 10%, y 15%).

3.1.2.4 Experimental

El proyecto es de tipo experimental, ya que se comparará un hormigón con nuevos materiales alternativos adicionado al hormigón normal.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.2.1 POBLACIÓN.

El proyecto experimental no cuenta con población, ya que no se puede determinar una población existente.

3.2.2 MUESTRA.

El muestreo del presente proyecto es la cantidad de probetas que se realizó, para ensayar la resistencia a flexión se promedió los resultados de tres probetas, ensayadas a la edad establecida, con esta referencia, para efectuar un análisis comparativo se decide trabajar con total de 42 probetas de hormigón:

- Hormigón Normal, 14 días. (3)
- Hormigón Normal, 28 días. (3)
- Adición del 5% de limalla de acero, 14 días. (3)
- Adición del 5% de limalla de acero, 28 días. (3)
- Adición del 10% de limalla de acero, 14 días. (3)
- Adición del 10% de limalla de acero, 28 días. (3)
- Adición del 15% de limalla de acero, 14 días. (3)
- Adición del 15% de limalla de acero, 28 días. (3)
- Adición del 5% de viruta de acero, 14 días. (3)
- Adición del 5% de viruta de acero, 28 días. (3)
- Adición del 10% de viruta de acero, 14 días. (3)
- Adición del 10% de viruta de acero, 28 días. (3)
- Adición del 15% de viruta de acero, 14 días. (3)
- Adición del 15% de viruta de acero, 28 días. (3)

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

HIPÓTESIS

La inclusión de fibras, limallas y virutas de acero en la realización del hormigón influye en la resistencia a flexión.

3.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE

La inclusión de fibras, limallas y virutas de acero en la realización del hormigón.

Tabla N°. 6 Cuadro de la Variable Dependiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumento
Se denomina así al material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade partículas o fragmentos de agregados, agua y aditivos específicos.	Hormigón	Componentes	¿Cuáles son los componentes del hormigón?	Investigación Bibliográfica. Normas. Investigación de laboratorio y experimental.
		Resistencia	¿Qué afectan a la resistencia del hormigón?	Investigación Bibliográfica. Normas. Investigación de laboratorio y experimental.
	Viruta y Limallas de Acero.	Estado de las virutas y las limallas.	¿Qué tipo de acero se utilizará para la adición?	Investigación Bibliográfica
		Por Adición.	¿Cuáles son los porcentajes que se va a utilizar?	Investigación Bibliográfica

Fuente: Egdo. Flores Alex.

3.3.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Resistencia a flexión.

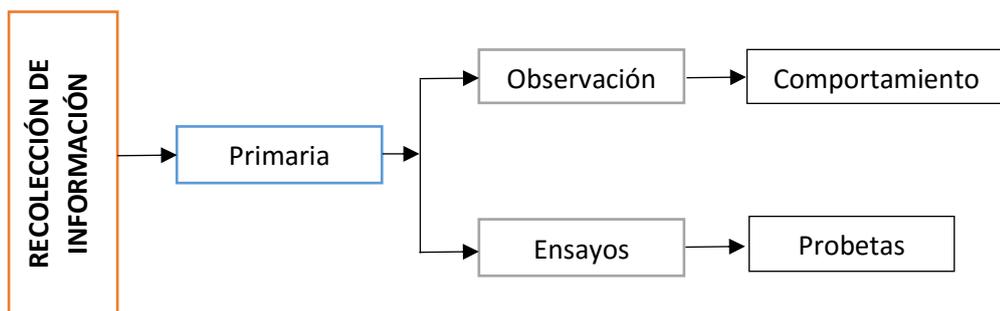
Tabla N°. 7 Cuadro de la Variable Independiente.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumento
Se denomina resistencia a flexión al ensayo para determinar la resistencia máxima de un elemento estructural y su deformación.	Módulo de rotura.	Carga Máxima.	¿Qué tipo de carga se aplica a las vigas a ensayar?	Normas INEN, ASTM. Investigación de laboratorio y experimental.

Fuente: Egdo. Flores Alex.

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Tabla N°. 8 Recolección de Información.



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 9 Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información.

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	- Verificar la resistencia máxima del hormigón, adicionando virutas y limallas de acero en varios porcentajes.
2. ¿De qué personas u objetos?	- De probetas (vigas) realizadas en el laboratorio, que han adquirido su resistencia a su edad máxima.
3. ¿Sobre qué aspectos?	- Adición de virutas y limallas en el hormigón.
4. ¿Quién?	- Egdo. Flores Alex.
5. ¿Dónde?	- Los laboratorios de ensayo de Materiales y Mecánica de Suelos, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.
6. ¿Cómo?	- Investigación bibliográfica - Normas INEN, ASTM y AASHTO. - Ensayos de laboratorio

Fuente: Egdo. Flores Alex.

3.4.1 Técnicas e Instrumentos

Tabla N°. 10 Cuadro de Técnicas e Instrumento.

Técnicas	Instrumentos
Ensayos de laboratorios.	Herramienta Menor. Concreteira. Máquina de Flexión (500 Ton) Encofrados Metálicos. Cámara de Curado (24°C a 26°C).

Fuente: Egdo. Flores Alex.

3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

- Interpretar los resultados de ensayos realizados a los agregados gruesos y finos.
- Verificar una dosificación adecuada, para realizar las vigas o probetas a ensayar y obtener una resistencia a flexión admisible.
- Verificar e identificar las vigas o probetas, para determinar los días de curado que tendrá el hormigón y la fecha del ensayo a flexión de dichas probetas.
- Ensayar las vigas o probetas en los días previstos, teniendo en cuenta que hay que sacar del cuarto de curado una hora antes de realizar el ensayo en la máquina de compresión.
- Representar los resultados mediante gráficas
- Analizar e interpretar los resultados relacionándolos con los diferentes partes de la investigación especialmente con los objetivos y la hipótesis

CAPÍTULO IV.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS.

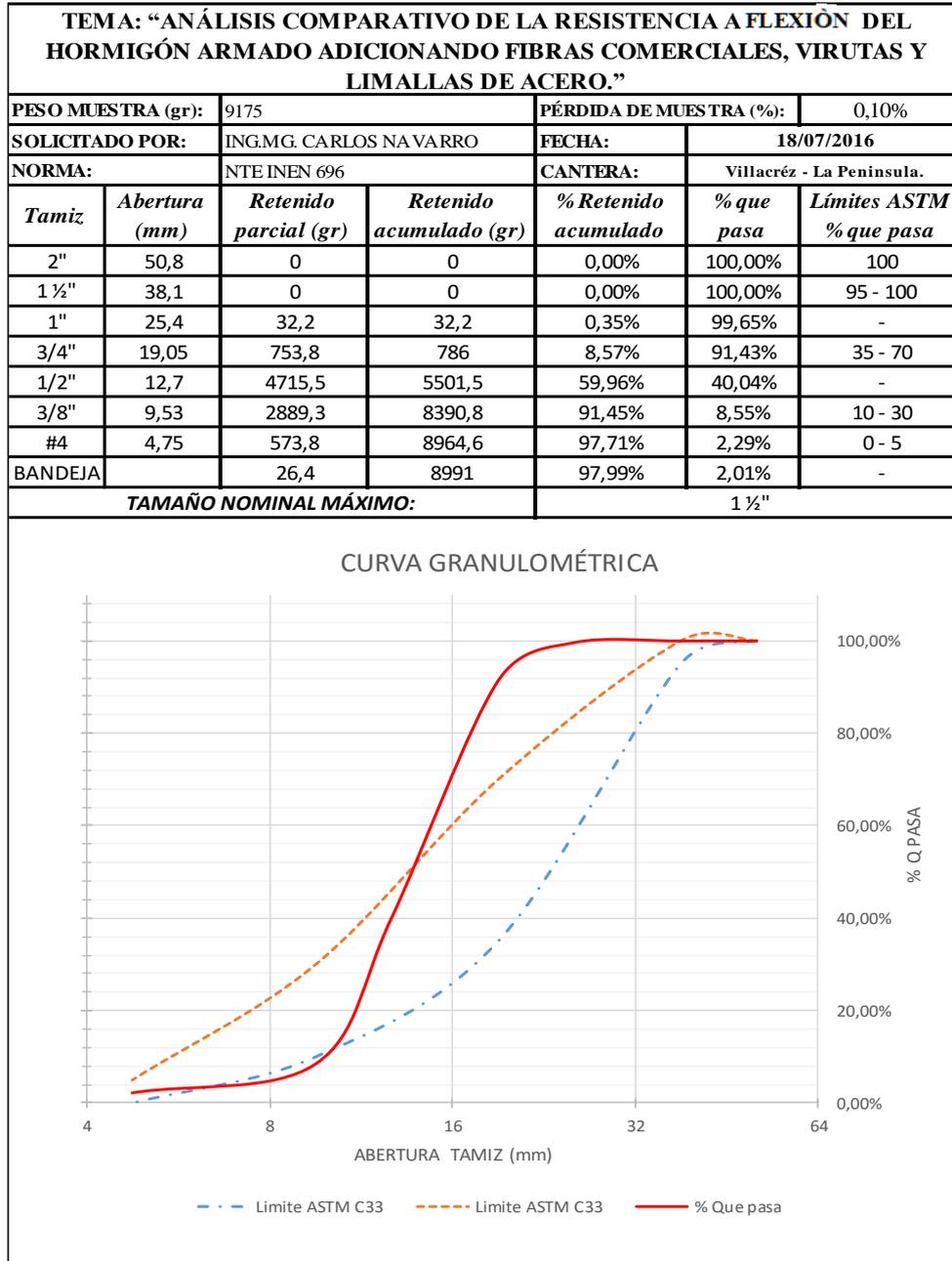
Tabla N°. 11 Análisis Granulométrico Agregado Grueso.



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 12 Análisis Granulométrico Agregado Fino.



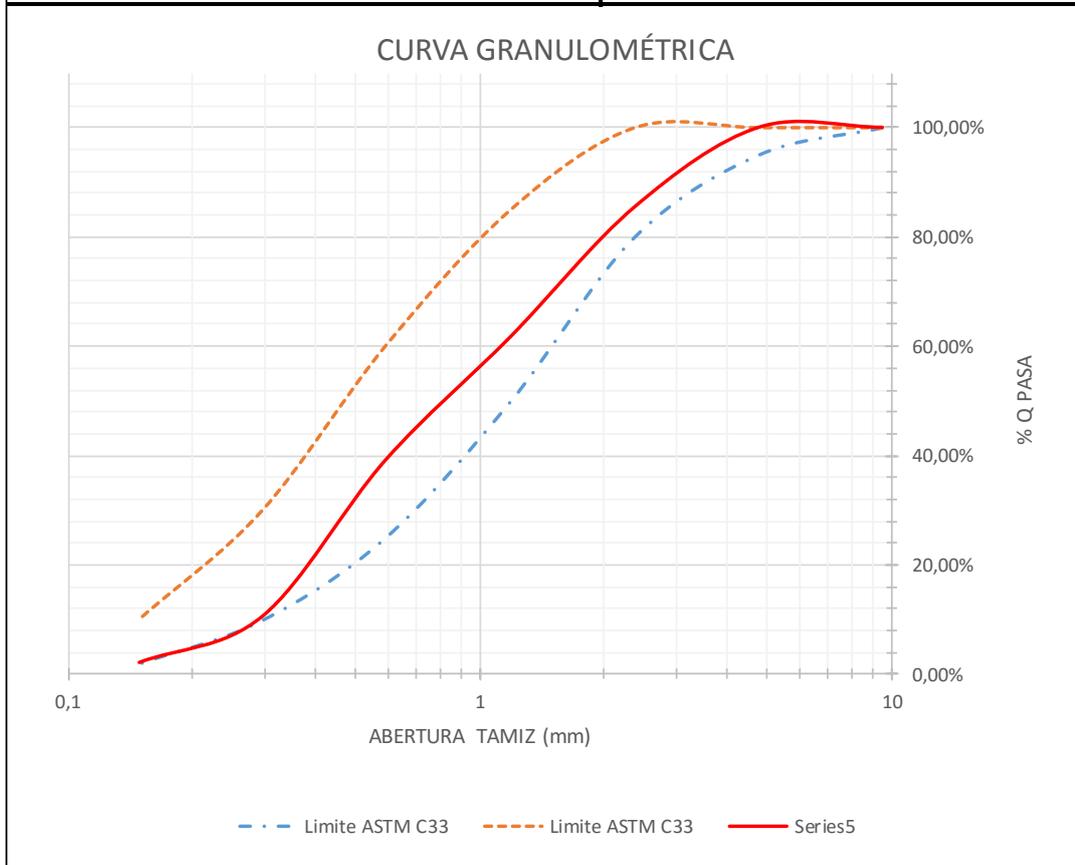
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”

PESO MUESTRA (gr):	900		PÉRDIDA DE MUESTRA (%):	1,24		
SOLICITADO POR:	ING.MG. CARLOS NAVARRO		FECHA:	18/07/2016		
NORMA:	NTE INEN 696		CANTERA:	Villacréz - La Peninsula.		
Tamiz	Abertura (mm)	Retenido parcial (gr)	Retenido acumulado (gr)	% Retenido acumulado	% que pasa	Límites ASTM % que pasa
3/8	9,5	0	0	0,00%	100,00%	100
#4	4,76	0	0	0,00%	100,00%	95-100
#8	2,38	130,5	130,5	14,50%	85,50%	80-100
#16	1,19	213,1	343,6	38,18%	61,82%	50-85
#30	0,59	203,5	547,1	60,79%	39,21%	25-60
#50	0,297	256,2	803,3	89,26%	10,74%	10-30
#100	0,149	76,1	879,4	97,71%	2,29%	2-10
#200	0,075	6,9	886,3	98,48%	1,52%	-
BANDEJA		2,8	889,1	98,79%	-	-
MÓDULO DE FINURA				3,00%		



Fuente: Egd. Flores Alex.

Tabla N°. 13 Densidad Aparente Compactada del Agregado Fino y Grueso.



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



DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”

MASA RECIPIENTE (Kg):	9,9			
SOLICITADO POR:	ING.MG. CARLOS NAVARRO	FECHA:	19/07/2016	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³):	20,24	CANTERA:	Villacréz - La Península.	
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
<i>Agregado</i>	<i>Agregado + Recipiente (kg)</i>	<i>Agregado (kg)</i>	<i>Peso Unitario (kg/dm³)</i>	<i>Promedio (kg/dm³)</i>
GRUESO	38,90	29,00	1,43	1,44
	39,10	29,20	1,44	
FINO	41,70	31,80	1,57	1,57
	41,80	31,90	1,58	



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



DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”

MASA RECIPIENTE (Kg):	9,9			
SOLICITADO POR:	ING.MG. CARLOS NAVARRO	FECHA:	19/07/2016	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm ³):	20,24	CANTERA:	Villacréz - La Península.	
NORMA:	NTE INEN 858:2010			
<i>Agregado</i>	<i>Agregado + Recipiente (kg)</i>	<i>Agregado (kg)</i>	<i>Peso Unitario (kg/dm³)</i>	<i>Peso Unitario Promedio (kg/dm³)</i>
GRUESO	36,90	27,00	1,33	1,33
	36,80	26,90	1,33	
FINO	39,80	29,90	1,48	1,47
	39,50	29,60	1,46	

Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 14 Densidad Aparente Compactada de la Mezcla.



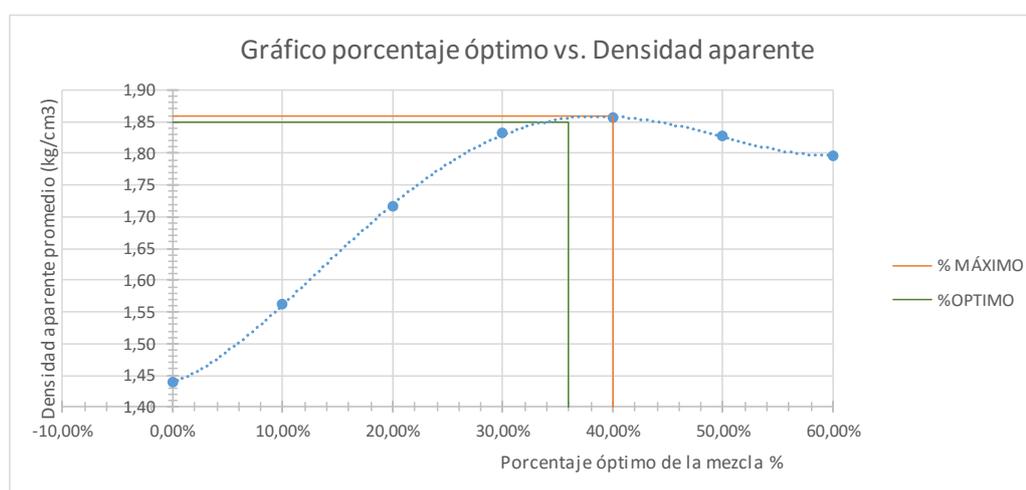
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DE LA MEZCLA

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”

MASA RECIPIENTE (Kg):		9,9						
SOLICITADO POR:		ING.MG. CARLOS NAVARRO			FECHA:		20/07/2016	
VOLUMEN RECIPIENTE (dm³):		20,23			CANTERA:		Villacréz - La Peninsula.	
NORMA:		NTE INEN 858:2010						
% Mezcla		Cantidad (kg)		Fino añadido (kg)	Agregado + Recipiente (kg)	Agregado (kg)	Peso unitario mezcla (kg/dm ³)	Peso unitario promedio
GRUESO	FINO	GRUESO	FINO	FINO	AGREGADO FINO + GRUESO			
100,00%	0,00%	40,00	0,00	0,00	38,90	29,00	1,43	1,44
					39,10	29,20	1,44	
90,00%	10,00%	40,00	4,44	4,44	41,40	31,50	1,56	1,56
					41,60	31,70	1,57	
80,00%	20,00%	40,00	10,00	5,56	44,60	34,70	1,72	1,72
					44,70	34,80	1,72	
70,00%	30,00%	40,00	17,14	7,14	46,90	37,00	1,83	1,83
					47,00	37,10	1,83	
60,00%	40,00%	40,00	26,67	9,53	47,50	37,60	1,86	1,86
					47,40	37,50	1,85	
50,00%	50,00%	40,00	40,00	13,33	46,80	36,90	1,82	1,83
					46,90	37,00	1,83	
40,00%	60,00%	40,00	60,00	20,00	46,20	36,30	1,79	1,80
					46,30	36,40	1,80	



Porcentaje máximo de agregado fino (%)	40,00%
Porcentaje máximo de agregado grueso (%)	60,00%
Porcentaje óptimo de agregado fino (%)	36,00%
Porcentaje óptimo de agregado grueso (%)	64,00%
Peso unitario máximo (gr/cm³)	1,860
Peso unitario óptimo (gr/cm³)	1,850

Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 15 Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Grueso.



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



DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA AFLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”			
SOLICITADO POR:	ING.MG. CARLOS NAVARRO	FECHA:	21/07/2016
NORMA:	NTE INEN 857	CANTERA:	Villacréz - La Península.
<i>CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL</i>			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa de la canastilla en el aire	gr	1239,00
M2	Masa de la canastilla en el agua	gr	1079,00
M3	Masa de la canastilla + muestra SSS en el aire	gr	5354,00
M4	Masa de la canastilla + muestra SSS en el agua	gr	3628,00
DA	Densidad real del agua	gr/cm3	1,00
M5 = M3-M1	Masa de la muestra SSS en el aire	gr	4115,00
M6 = M4-M2	Masa de la muestra SSS en el agua	gr	2549,00
VR=(M5-M6)/DA	Volumen real de la muestra	cm3	1566,00
DR=M5/VR	Densidad real	gr/cm3	2,63
<i>CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</i>			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M7	Masa del recipiente	gr	24,70 25,80
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	133,40 149,80
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	108,70 124,00
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	131,30 148,00
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	106,60 122,20
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	1,97 1,47
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	1,72

Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 16 Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Grueso.



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



DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”

SOLICITADO POR:	ING.MG. CARLOS NAVARRO	FECHA:	22/07/2016	
NORMA:	NTE INEN 856	CANTERA:	Villacréz - La Península.	
<i>CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL</i>				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M1	Masa del picnómetro	gr	146,40	
M2	Masa del picnómetro + muestra SSS	gr	367,80	
M3	Masa del picnómetro + muestra SSS + agua	gr	779,10	
M4=M3-M2	Masa agua añadida	gr	411,30	
M5	Masa picnómetro + 500cc de agua	gr	642,90	
M6=M5-M1	Masa de 500cc de agua	gr	496,50	
DA=M6/500cm ³	Densidad del agua	gr/cm ³	0,99	
M7=M6-M4	Masa del agua desalojada por la muestra	gr	85,20	
Msss=M2-M1	Masa del agregado	gr	221,40	
Vsss=M7/DA	Volumen del agua desalojada	cm ³	85,80	
DRA=Msss/Vsss	Densidad real de la arena	gr/cm ³	2,58	
<i>CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN</i>				
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR	
M7	Masa del recipiente	gr	24,80	25,20
M8	Masa del recipiente + muestra SSS	gr	158,10	168,50
M9=M8-M7	Masa de la muestra SSS	gr	133,30	143,30
M10	Masa del recipiente + muestra seca	gr	156,50	166,20
M11=M10-M7	Masa de la muestra seca	gr	131,70	141,00
CA=((M9-M11)/M11)*100	Capacidad de absorción	%	1,21	1,63
P2=(CA1+CA2)/2	Capacidad de absorción promedio	%	1,42	

Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 17 Densidad Real del Cemento.



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



DENSIDAD REAL DEL CEMENTO

TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”			
SOLICITADO POR:	ING.MG. CARLOS NAVARRO	FECHA:	22/07/2016
NORMA:	NTE INEN 856	CANTERA:	Villacréz - La Península.
<i>CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL</i>			
DATOS	DESIGNACIÓN	UNIDAD	VALOR
M1	Masa del picnómetro	gr	152,70
M2	Masa del picnómetro + muestra	gr	301,60
M3	Masa del picnómetro + muestra + gasolina	gr	631,00
M4=M3- M2	Masa gasolina añadida	gr	329,40
M5	Masa picnómetro + 500cc de gasolina	gr	519,70
M6=M5- M1	Masa de 500cc de gasolina	gr	367,00
DG=M6/500cm ³	Densidad de la gasolina	gr/cm ³	0,73
M7=M6- M4	Masa de la gasolina desalojada por la muestra	gr	37,60
M _c =M2- M1	Masa del cemento	gr	148,90
V _G =M7/DG	Volumen de la gasolina desalojada	cm ³	51,23
DRC=M _c /V _G	Densidad real del cemento	gr/cm ³	2,91

Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 18 Dosificación de Hormigones.



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



TEMA: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO ADICIONANDO FIBRAS COMERCIALES, VIRUTAS Y LIMALLAS DE ACERO.”

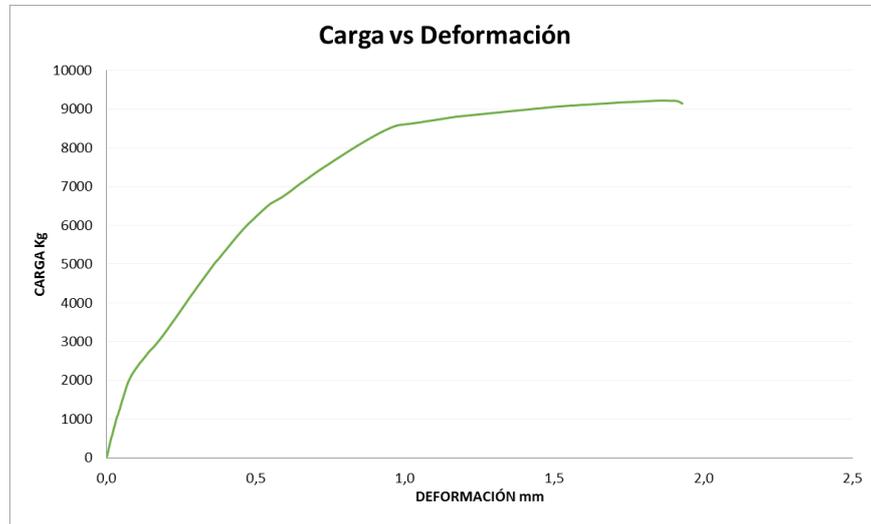
FECHA:	25-jul-16	LUGAR DEL PROYECTO:	Laboratorios de la FICM.			
CANTERA:	Villacrész - La Península.	SOLICITADO POR:	ING.MG. CARLOS NAVARRO			
DOSIFICACIÓN MÉTODO DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL						
DATOS DE ENSAYOS			DATOS DE TABLAS			
f_c	240	Kg/cm²	W/C	0,56		
Asentamiento	6 - 9	cm	CP (%)	POV + 2% + 8%(POV)		
DRC	2,900	gr/cm ³	CÁLCULOS			
DRA	2,580	gr/cm ³	DRM	2,612	kg/dm ³	
DRR	2,630	gr/cm ³	POV	29,17	%	
DSA	1,470	gr/cm ³	CP	335,07	dm ³	
DSR	1,330	gr/cm ³	C	370,31	Kg	
POA	36	%	W	207,37	lts	
POR	64	%	A	617,59	kg	
DOM	1,850	gr/cm ³	R	1119,21	kg	
DOSIFICACIÓN AL PESO						
MATERIAL		CANTIDAD EN Kg POR CADA m³ DE HORMIGÓN		DOSIFICACIÓN AL PESO		
W		207,37		0,56		
C		370,31		1,00		
A		617,59		1,67		
R		1119,21		3,02		
TOTAL		2314,49		kg/m³ Densidad del Horm.		
DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN						
MATERIAL	CANTIDAD EN Kg POR CADA m³ DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN AL PESO	CANTIDAD EN Kg POR SACO DE CEMENTO	VOLUMEN APARENTE SUELTO EN dm³ POR CADA SACO DE CEMENTO	DOSIFICACIÓN AL VOLUMEN EN OBRA	
W	207,37	0,56	28,00	-	28,00	litros
C	370,31	1,00	50,00	-	1	saco
A	617,59	1,67	83,39	56,73	2,10	cajones
R	1119,21	3,02	151,12	113,62	4,20	cajones
VOLUMEN REAL DEL HORMIGÓN			2314,49	dm³ c/saco		
DIMENSIONES PARIHUELA: B = L = H = 3,00 dm				VOLUMEN PARIHUELA	27,00 dm³	
NOMENCLATURA:						
DRC	Densidad Real del Cemento			CP (%)	Cantidad de Pasta en %	
DRA	Densidad Real de la Arena			DRM	Densidad Real de la Mezcla	
DRR	Densidad Real del Ripio			POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos	
DSA	Densidad Suelta de la Arena			CP	Cantidad de Pasta	
DSR	Densidad Suelta del Ripio			C	Cantidad de Cemento	
POA	Porcentaje Óptimo de Arena			W	Cantidad de Agua	
POR	Porcentaje Óptimo de Ripio			A	Cantidad de Arena	
DOM	Densidad Óptima de la Mezcla			R	Cantidad de Ripio	
W/C	Relación Agua Cemento					

Fuente: Egdo. Flores Alex.

TABLAS DE RESULTADOS.

Tabla N°. 19 Promedio del Hormigón Normal a los 14 Días.

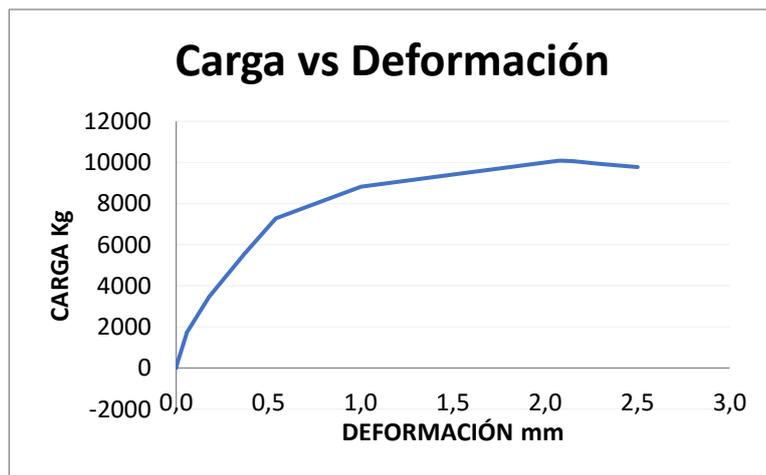
PROMEDIO 14 DIAS H°N	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
65,2352	0
62,839845	0,000715
691,69698	0,02175
698,373395	0,02187
1379,57159	0,048285
1387,2673	0,048525
3444,3676	0,215235
3451,55366	0,215715
5156,84256	0,377325
5163,06029	0,37774
6882,77229	0,615425
6889,29581	0,616675
6896,12512	0,617685
7860,79064	0,79971
7867,16126	0,8009
7873,32803	0,80233
7881,73725	0,80388
8652,12419	1,03924
8656,30332	1,042515
8658,69868	1,045025
9220,79166	1,905725
9202,59716	1,91825
9150,45996	1,930655



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 20 Promedio del Hormigón Normal a los 28 Días.

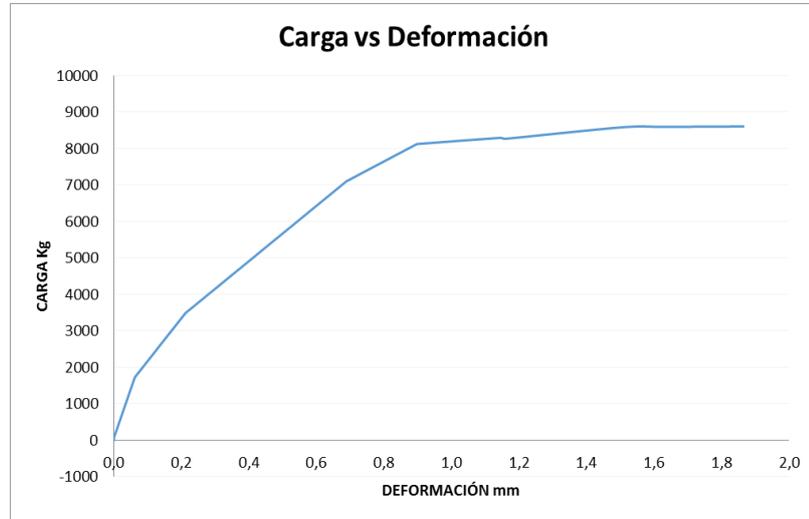
PROMEDIO H°N 28 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
69,873015	0
65,84678	0,00024
1724,14595	0,05817
1731,58684	0,058525
1738,11036	0,058585
3445,13207	0,17695
3451,24787	0,177425
3458,6378	0,1779
5548,15183	0,36923
5554,57342	0,370185
5561,81045	0,37054
7268,32251	0,5389
7274,23445	0,539675
7282,69464	0,54039
8810,11569	0,99833
8819,03457	1,001495
8826,1187	1,004295
10082,4569	2,06963
10081,3867	2,09788
10073,8948	2,131405
10032,2054	2,189
9940,67229	2,2862
9777,48236	2,501385



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 21 Promedio del Hormigón con 5% de Limalla a los 14 Días.

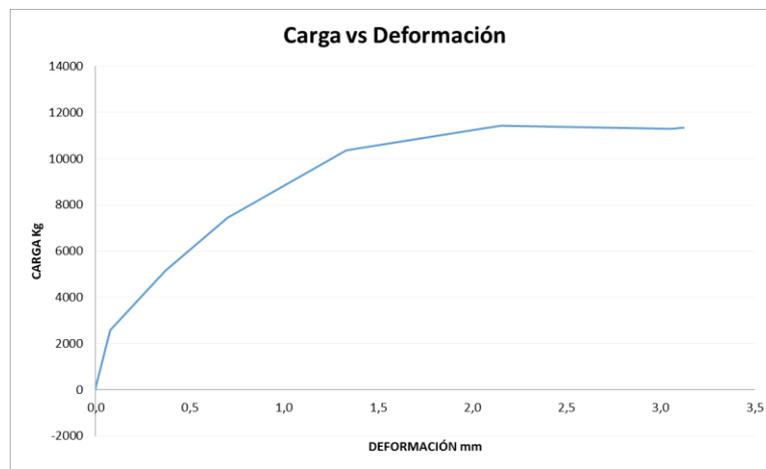
PROMEDIO 5 % LIMALLA 14 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
76,34557	0
73,1177867	0,00024
1726,18455	0,061943333
1733,11579	0,06282
1739,87715	0,06302
3480,84155	0,21115
3487,6029	0,21175
7097,86157	0,68785
7105,5403	0,689123333
7111,72405	0,69032
8117,16157	0,895823333
8126,47118	0,900313333
8293,80626	1,14476
8279,73992	1,150883333
8266,86277	1,15824
8585,97162	1,50858
8592,15537	1,621123333
8598,84878	1,744893333
8606,5275	1,863836667



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 22 Promedio del Hormigón con 10% de Limalla a los 14 Días.

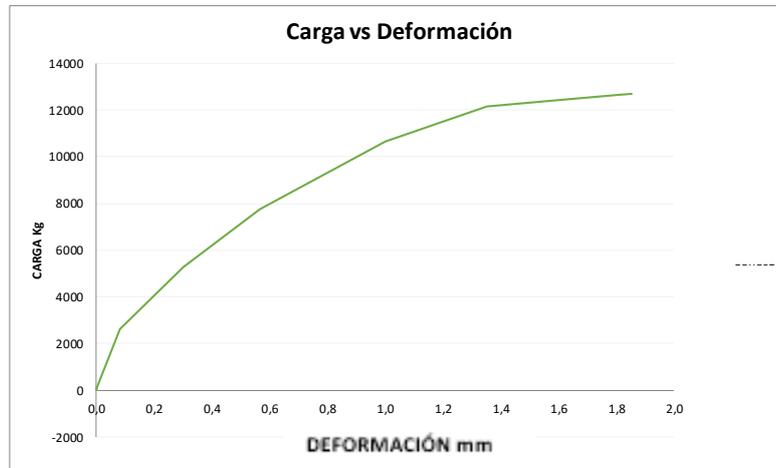
PROMEDIO 10 % LIMALLAS 14 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
87,404975	0
81,34014	6E-05
2579,89927	0,07792
2590,09227	0,078755
5139,25964	0,36918
5150,26808	0,371025
5160,56301	0,371745
7438,64754	0,699385
7447,92317	0,70106
10336,8742	1,32527
10346,8633	1,327895
10358,0756	1,33082
10369,4918	1,33374
11420,8488	2,14534
11425,2318	2,181135
11295,9845	3,05138
11301,5397	3,060245
11312,803	3,083455
11331,3542	3,099505
11339,3557	3,12295



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 23 Promedio del Hormigón con 15% de Limalla a los 14 Días.

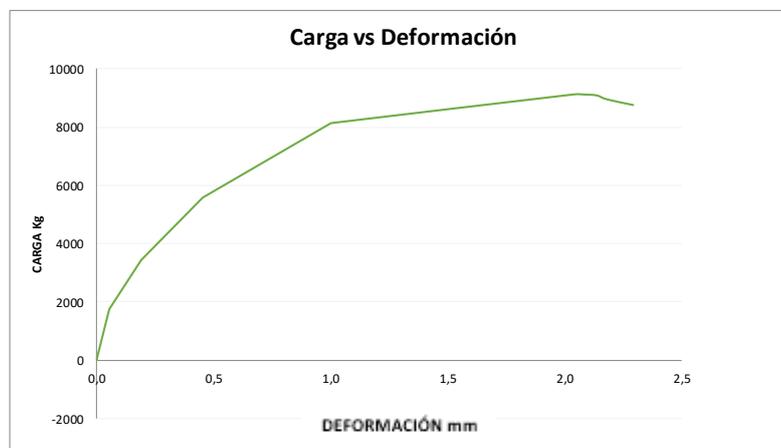
PROMEDIO 15% LIMALLA 14 DÍAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
95,61034	0
87,45594	0,000415
2595,80035	0,080345
2606,40107	0,080935
2616,23731	0,081115
5278,39409	0,30115
5289,81025	0,302575
5300,15614	0,303655
7744,43754	0,56478
7753,45835	0,566325
7764,05907	0,567525
10632,0635	0,996645
10640,6766	0,99879
10652,7553	1,00029
12140,7294	1,34828
12150,7185	1,35132
12658,5848	1,81612
12664,3438	1,82751
12682,8441	1,83999
12686,8194	1,851015



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 24 Promedio del Hormigón con 5% de Limalla a los 28 Días.

PROMEDIO 5% LIMALLA 28 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
80,4907233	0
76,5834067	0,000256667
1730,94128	0,051831667
1737,60071	0,05207
1743,95435	0,05215
3450,3305	0,189971667
3457,19379	0,191051667
3464,39684	0,192185
5574,82351	0,45049
5582,94394	0,451403333
8142,94986	0,999121667
8148,04636	1,002165
9133,23379	2,037515
9129,08864	2,080556667
9098,91736	2,134543333
8962,05934	2,179405
8769,13983	2,290436667



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 25 Promedio del Hormigón con 10% de Limalla a los 28 Días.

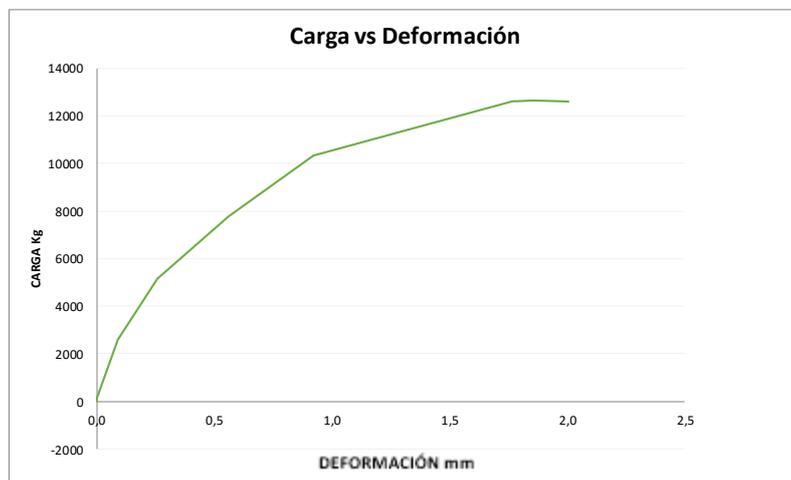
PROMEDIO 10% LIMALLA 28 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
65,5749667	0
60,44449	0,00028
1726,52432	0,048873333
1733,89725	0,049073333
2682,38988	0,099926667
2689,32112	0,100686667
2697,23768	0,101676667
3522,76875	0,1895
3529,3942	0,190096667
3536,971	0,19085
5571,42585	0,43553
5579,0706	0,436723333
7086,27553	0,69799
7092,59519	0,700216667
7954,58322	1,2754
7951,1176	1,277586667
9100,82005	2,334106667
9094,7722	2,394753333
9033,07058	2,48537
8770,43094	2,6333
8651,20682	2,86353



Fuente: Sr. Flores Alex.

Tabla N°. 26 Promedio del Hormigón con 15% de Limalla a los 28 Días.

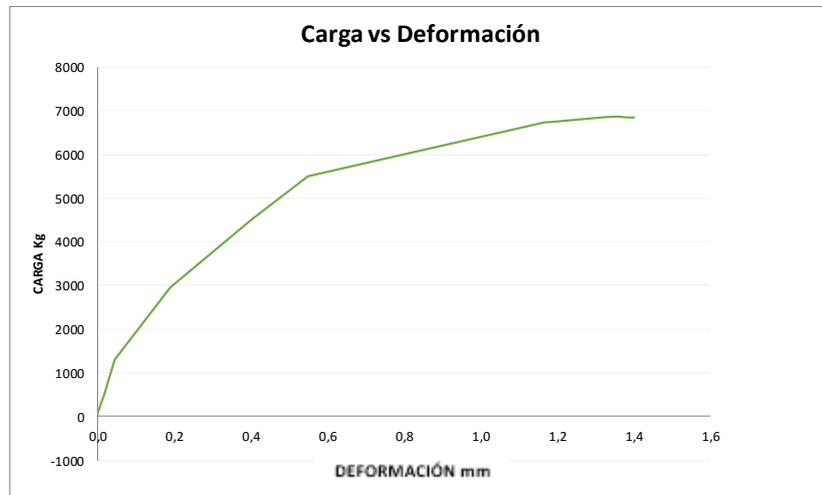
PROMEDIO 15% LIMALLA 28 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
95,30455	0
97,03736	0,00041
2589,53165	0,09061
2599,26597	0,09085
2609,50993	0,09181
5169,63478	0,25967
5178,45172	0,260865
5189,05244	0,262475
7746,78193	0,557365
7758,70774	0,558445
10316,2334	0,918365
10326,3754	0,919615
10338,2503	0,92122
12616,3348	1,764805
12625,9162	1,78091
12632,1339	1,799165
12643,3972	1,818375
12650,7362	1,83526
12655,1701	1,85835
12649,4111	1,890795
12613,9394	2,004985



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 27 Promedio del Hormigón con 5% de Viruta a los 14 Días.

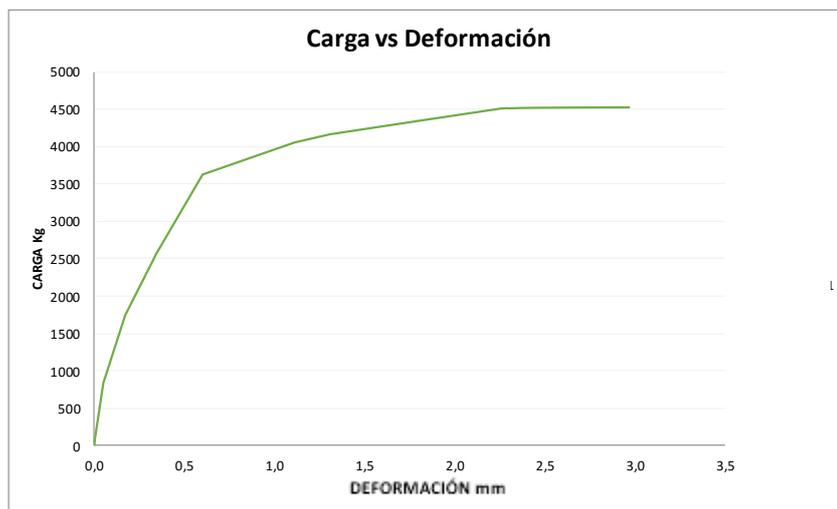
PROMEDIO 5% VIRUTA 14 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
0	0
71,503895	0
526,417485	0,018405
531,66688	0,0184975
536,45759	0,01874
1301,39128	0,044675
1306,48778	0,04494
2957,85571	0,1897575
2962,49352	0,1902675
4498,52766	0,39976
4504,03188	0,400475
5500,55052	0,54819
5506,2586	0,549205
6744,30038	1,16831
6741,90503	1,1737625
6857,79944	1,321155
6865,49515	1,333585
6869,2156	1,347675
6873,49666	1,360315
6856,11759	1,377725
6852,9068	1,400055



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 28 Promedio del Hormigón con 10% de Viruta a los 14 Días.

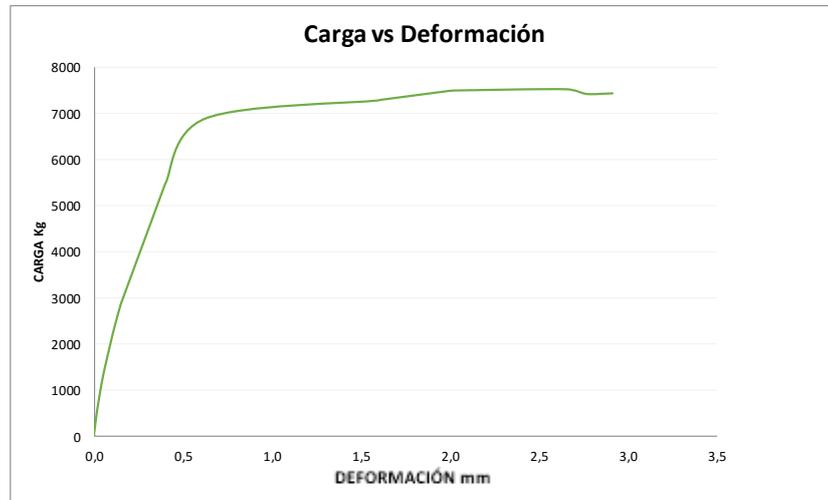
PROMEDIO 10% 14 VIRUTA 14 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
70,94	0,0000
64,52	0,0006
832,02	0,0486
835,28	0,0486
1738,79	0,1697
1742,05	0,1700
2573,80	0,3450
2577,06	0,3460
3620,83	0,5998
3624,09	0,6009
4051,38	1,1107
4054,64	1,1168
4155,75	1,2977
4159,02	1,3025
4504,76	2,2558
4508,02	2,2980
4511,29	2,3479
4514,55	2,4342
4517,81	2,6256
4521,07	2,9689



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 29 Promedio del Hormigón con 15% de Viruta a los 14 Días.

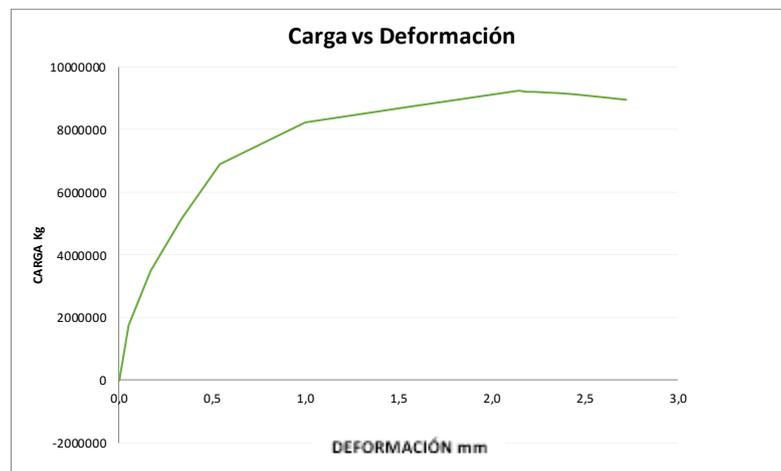
PROMEDIO 15% VIRUTA 14 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
71,401965	0
147,339815	0,0035575
520,607475	0,0159325
1047,89137	0,0380875
1269,43622	0,0490425
1295,12258	0,04994
2214,02153	0,105015
2853,12263	0,1499525
2858,77975	0,1504
5468,18775	0,399855
5473,53907	0,40051
6887,30817	0,628745
7275,04989	1,5952825
7287,28149	1,6093675
7483,03806	1,9970775
7488,44035	2,01542
7491,90597	2,03241
7518,71356	2,6525325
7416,32487	2,767395
7429,47384	2,91511



Fuente: Sr. Flores Alex.

Tabla N°. 30 Promedio del Hormigón con 5% de Viruta a los 28 Días.

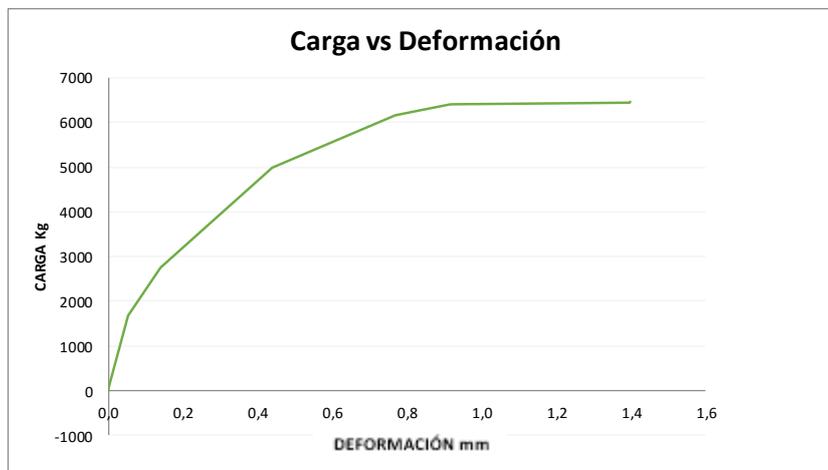
PROMEDIO 5 % VIRUTA 28 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
63,29853	0
65,84678	0,00048
1740098	0,049975
1747080,2	0,050035
3501856,12	0,169475
3508379,64	0,170375
5164895,03	0,336345
5171418,55	0,33712
6884199,31	0,53978
6891538,27	0,540675
8220501,61	0,998435
8227178,02	1,00303
9229302,82	2,13899
9202087,51	2,18012
9199488,29	2,231965
9177165,62	2,289385
9151734,09	2,381605
9072891,23	2,52482
8947772,16	2,72401



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 31 Promedio del Hormigón con 10% de Viruta a los 28 Días.

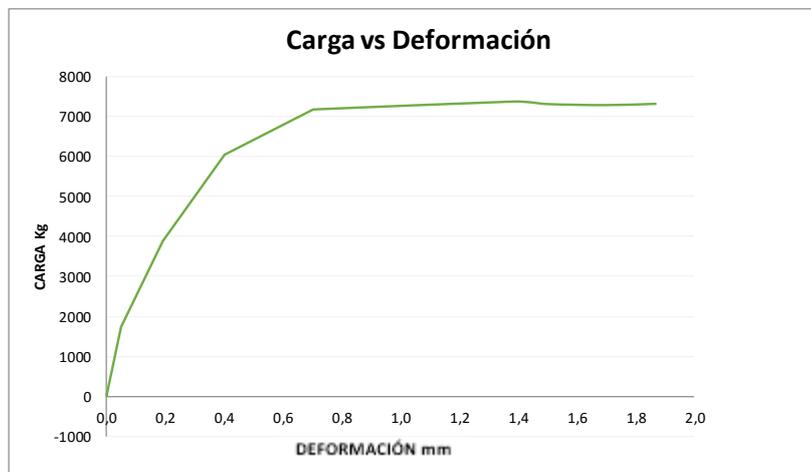
PROMEDIO 10% VIRUTA 28 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
55,55185	0
53,0036	0,00036
1678,94	0,052975
1685,64189	0,053035
2758,659	0,13997
2765,76862	0,14063
4990,84956	0,438625
4997,50049	0,439695
6164,1403	0,76812
6169,9758	0,770925
6405,73989	0,91285
6412,03406	0,922275
6448,19373	1,3959
6454,58984	1,3965
6460,88402	1,39727
6467,94267	1,39793



Fuente: Egdo. Flores Alex.

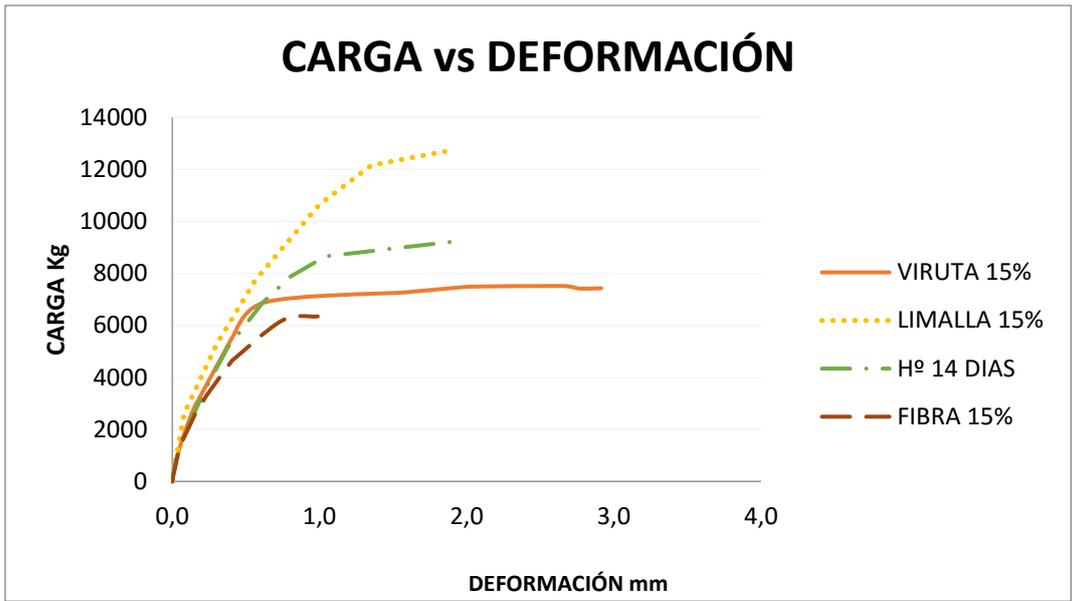
Tabla N°. 32 Promedio del Hormigón con 15% de Viruta a los 28 Días.

PROMEDIO 15 % VIRUTA 28 DIAS	
CARGA	DEFORMACION
0	0,0000
59,93484	0
56,16343	0,00012
1720,42551	0,04778
1727,45868	0,04802
1734,28799	0,048225
3881,29054	0,189795
3887,91599	0,190215
6038,68996	0,39877
6045,77409	0,399425
6052,34858	0,4001375
7181,68201	0,6999125
7188,56229	0,7044775
7386,15359	1,3805975
7366,4811	1,4404525
7321,58094	1,5001625
7296,50616	1,69425
7328,30832	1,865425



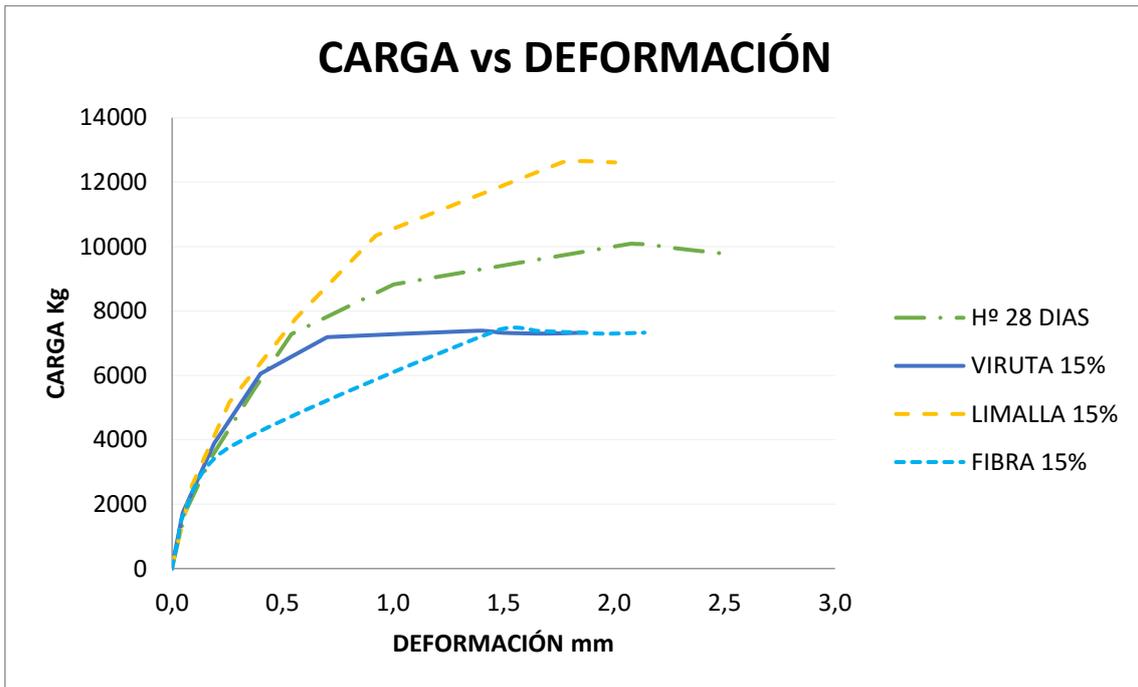
Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 33 Promedio del Hormigón con 15% a los 14 Días.



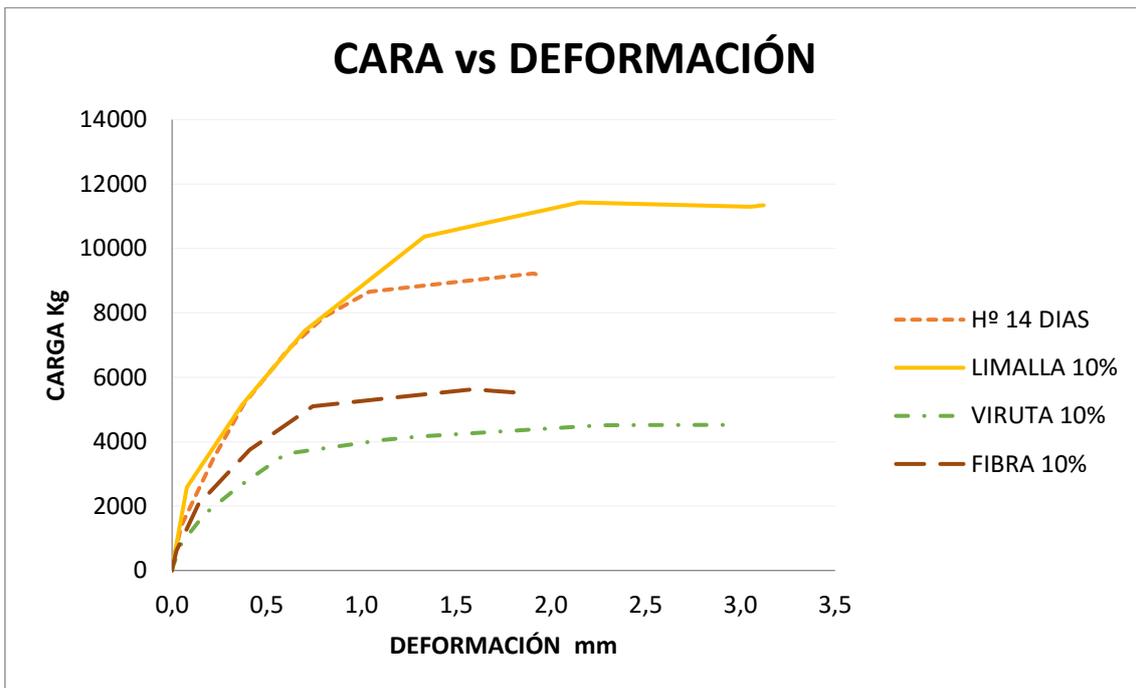
Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 34 Promedio del Hormigón con 15% a los 28 Días.



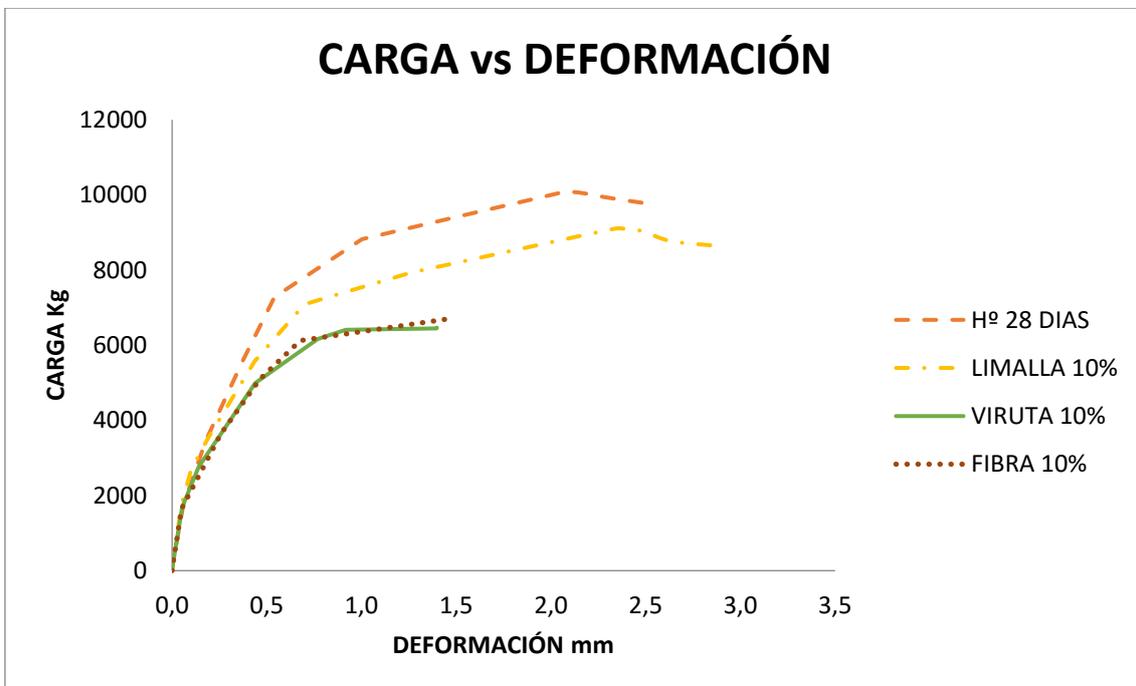
Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 35 Promedio del Hormigón con 10% a los 14 Días.



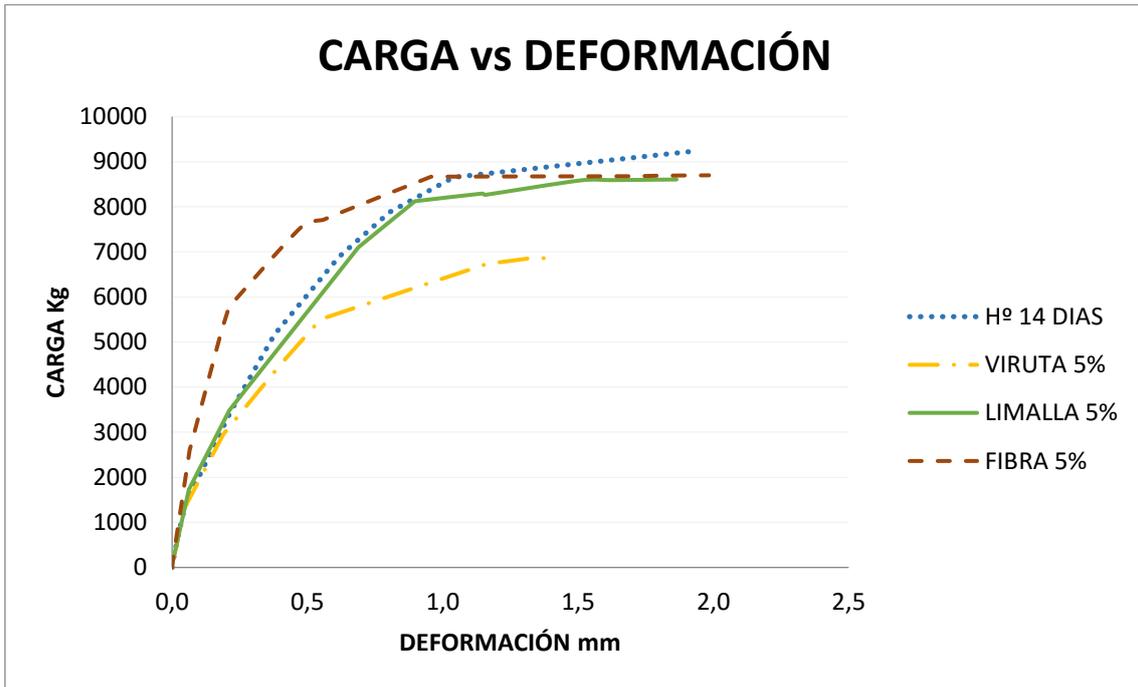
Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 36 Promedio del Hormigón con 10% a los 28 Días.



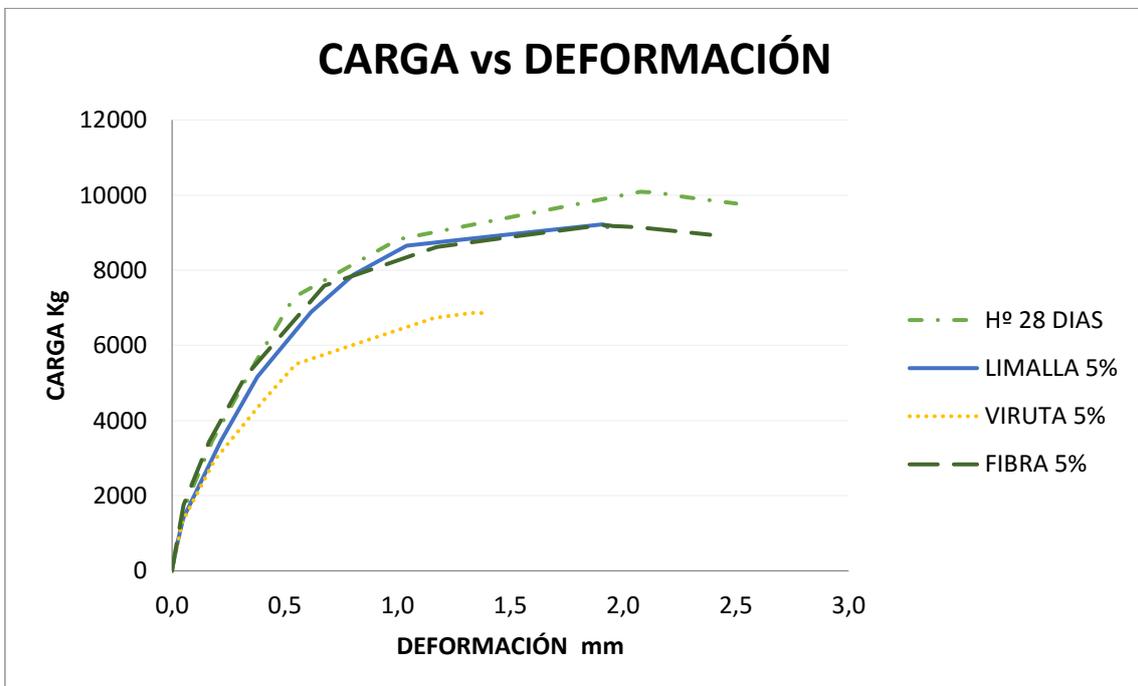
Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 37 Promedio del Hormigón con 5% a los 14 Días.



Fuente: Egdo. Flores Alex.

Tabla N°. 38 Promedio del Hormigón con 5% a los 28 Días.



Fuente: Egdo. Flores Alex

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

De la hipótesis planteada en el proyecto experimental, “LA INCLUSIÓN DE FIBRAS, LIMALLAS Y VIRUTAS DE ACERO EN LA REALIZACIÓN DEL HORMIGÓN INFLUYE EN LA RESISTENCIA A FLEXIÓN”, se pudo determinar que el porcentaje óptimo de fibras, limallas y virutas de acero fue el 10%, por lo que ese porcentaje es más manejable el hormigón.

Se determinó que el hormigón sometido a flexión alcanza en su mayoría deformaciones máximas en el 10%, y deformaciones menores en el 5% y 15% dependiendo de la inclusión de los materiales a adicionar en la mezcla.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- Se determinó que la adición parcial de fibras, limallas y virutas de acero en un 5, 10 y un 15%, mejora la resistencia a tracción de una viga dando como resultado q las vigas sufran deformaciones sin llegarse a romper en su totalidad.
- Con la adición de limallas en el hormigón a los 14 días de curado con el 5% se obtuvo una deformación de 1,86 mm, con el 10% se obtuvo una deformación de 3,12 mm, y con el 15% se obtuvo una deformación de 1,85 mm, teniendo como resultado que el porcentaje óptimo de fibras de acero para mejorar la deformación es de 15 %.
- Con la adición de limallas en el hormigón a los 28 días de curado con el 5% se obtuvo una deformación de 2,29 mm, con el 10% se obtuvo una deformación de 2,85 mm, y con el 15% se obtuvo una deformación de 2 mm, teniendo como resultado que el porcentaje óptimo de fibras de acero para mejorar la deformación es de 15%.
- Con la adición de virutas en el hormigón a los 14 días de curado con el 5% se obtuvo una deformación de 1,4 mm, con el 10% se obtuvo una deformación de 2,96 mm, y con el 15% se obtuvo una deformación de 2,91 mm, teniendo como resultado que el porcentaje óptimo de fibras de acero para mejorar la deformación es del 5%.
- Con la adición de virutas en el hormigón a los 28 días de curado con el 5% se obtuvo una deformación de 2,72 mm, con el 10% se obtuvo una deformación de 1,397 mm, y con el 15% se obtuvo una deformación de 1,865 mm, teniendo como resultado que el porcentaje óptimo de fibras de acero para mejorar la deformación es del 10 %.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Aplicar de forma correcta la adición de la fibra, viruta y limalla de acero en la mezcla de hormigón.
- Engrasar de una manera adecuada los moldes de las vigas para su utilización.
- Calibrar la máquina de compresión con las debidas especificaciones técnicas.
- En el momento de la fabricación de las probetas controlar la disposición de la armadura respetando su recubrimiento.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. MOLINA, Estudio de la calidad de los agregados y su influencia en la resistencia del hormigón para obras civiles de la ciudad de Latacunga de la provincia de Cotopaxi, 2010.
- [2] H. ALEX, Estudio de la calidad de los agregados utilizados en la construcción de obras civiles en la ciudad de Riobamba de la provincia de Chimborazo, 2008.
- [3] R. H. BARROS V, Diseño de hormigones con fibras de polipropileno para la resistencia a la compresión de 21 y 28 MPa con agregados de la cantera de pifo tesis de grado de la Universidad Central del Ecuador Quito 2012, Quito, 2012.
- [4] C. J. G. G. APERADOR W, Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero Colombia 2013, 2013.
- [5] B. ANA, Durabilidad del hormigón con fibras de acero Tesis de grado de la universidad politécnica de cataluña barcelona, 2008.
- [6] V. CORCINO, Estudio comparativo de concreto simple y reforzado con fibras de acero Dramix y Wirand, empleando cemento Andino tipo V tesis de grado de la Universidad Ricardo palma Lima, 2007.
- [7] M. FIGUEROA, comparativa de la tenacidad entre hormigón convencional, hormigón reforzado con fibras de acero y hormigón reforzado con fibras de polipropileno tesis de master de la universidad politécnica de madrid, Madrid 2013, 2013.

- [8] R. MARCELO, TEMAS DE HORMIGON ARMADO Escuela Politécnica del ejército Quito 2008, 2008.
- [9] I. 2009, NOTAS TÉCNICAS CONTROL DE CALIDAD EN EL HORMIGÓN QUITO PICHINCHA ECUADOR, 2009.
- [10] ACHE, MANUAL DE TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO comision 2, 2002.
- [11] E. RIVAS, Tecnología de concreto Diseño de mezclas Hozlo Perú, 1992.
- [12] p. 3. h. concreto, especialización normalizado del concreto proyectado reforzado con fibra.
- [13] A. B. DESIGNS, «HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO».
- [14] M. JOSE, MANUAL DE FIBRAS PARA CONCRETO.

ANEXOS.



Fotografía 1.- Medición de Agregado



Fotografía 4.- Mezcla en la Concretera



Fotografía 2.- Ensayo Cono de Abrams



Fotografía 5.- Elaboración Probetas



Fotografía 3.- Mezcla de Agregados



Fotografía 6.- Peso de Agregado



Fotografía 7.- Elaboración Probetas



Fotografía 11.- Deformación Permanente en Vigas



Fotografía 8.- Colocación de la Probeta en la Máquina



Fotografía 12.- Fisuras en el ensayo



Fotografía 9.- Señalamiento de fisuras de la Probeta en la Máquina



Fotografía 13.- Probetas Ensayadas



Fotografía 10.- Deformación de la Probeta en la Máquina