



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 TRACCIÓN Y
COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO
COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO
COMERCIALES”

AUTOR:

Franklin Mauricio Sandoval Unapucha.

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 TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES, es de autoría del Sr. Franklin Mauricio Sandoval Unapucha, el mismo que ha sido realizado bajo mi supervisión y tutoría.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Enero, 2017

Ing. Mg. Carlos Navarro

AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Franklin Mauricio Sandoval Unapucha con C.I: 050350426-8, 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 TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES, es de mi completa autoría y fue realizado en el período Julio 2016 – Diciembre 2016.

Enero, 2017

Egdo. Franklin Mauricio Sandoval Unapucha.

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.

Enero, 2017

Egdo. Franklin Mauricio Sandoval Unapucha.

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 TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES”, del egresado Franklin Mauricio Sandoval Unapucha, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Para constancia firman.

Ing. Mg. Diego Chérrez Gavilanes.

Ing. Mg. Alex Frías.

DEDICATORIA

Siendo uno de los momentos más felices de mi vida, el cumplir con una meta y objetivo propuesto dedico infinitamente a mis padres quienes me han servido como pilar fundamental para llegar a este grato momento ya que ellos son la luz que iluminan mi camino.

A mi hermana, Inés quien con su ejemplo de perseverancia y deseo de superación que le caracterizan me ha infundido la motivación para superarme cada día más.

A mis hermanos Edison y Daniel, quienes me han apoyado en todo momento

A mis familiares, a mis tíos: Marta Unapucha y Calos Gavilanes y a todos mis primos, primas aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!

A mis amigos, que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y en la realización del proyecto experimental.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a mi Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi vida y carrera, por ser mi fortaleza.

A mis padres por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanos y hermana por el amor brindado ya que son mi motivación y apoyo en el transcurso de mi vida y cariño otorgado a cada momento.

A mi tutor Ing. Carlos Navarro que me apoyo y me ayudo siempre en la realización de mi proyecto de graduación.

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

ÍNDICE GENERAL

PÁGINAS PRELIMINARES.

PORTADA	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.	X
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
ABSTRACT	XV
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
2.1.1. HORMIGÓN:.....	4
2.1.1.1. Hormigón Simple:.....	4
2.1.1.2. Propiedades mecánicas del hormigón:.....	4
2.1.1.3. Componentes del Hormigón:.....	5
2.1.1.3.1. Cemento:.....	6
2.1.1.3.2. Agua:.....	7
2.1.1.3.3. Método de Dosificación de Última Resistencia:.....	7
2.1.2. AGREGADOS:.....	8
2.1.2.1. Propiedades de los agregados:.....	8

2.1.3. FALLAS DEL HORMIGÓN ENSAYADO A COMPRESIÓN:.....	12
2.1.4. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN:.....	13
2.1.5. ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA, ENSAYO BRASILEÑO:.....	13
2.1.6 PORCENTAJE DE ADICIÓN DE LA FIBRA Y VIRUTA DE ACERO:.....	16
2.1.7. FIBRAS:.....	16
2.1.7.1. Fibras utilizadas en la investigación:.....	16
2.1.8. VIRUTA:.....	18
2.2. HIPÓTESIS:	18
2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS:	18
2.3.1. Variable Independiente:.....	18
2.3.1. Variable Dependiente:.....	18
CAPÍTULO III.	19
METODOLOGÍA.....	19
3.1. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN:.....	19
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA:.....	19
3.2.1. Población:.....	19
3.2.2. Muestra:.....	20
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:.....	22
3.3.1. Variable Independiente:.....	22
3.2.2. Variable Dependiente:.....	23
3.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN:.....	23
3.4.1. Técnicas e Instrumentos:.....	25
3.5. PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS:.....	25
CAPÍTULO IV.	27
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	27
4.1. RECOLECCIÓN DE DATOS:	27
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS:.....	65
4.3. VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS:.....	70
CAPÍTULO V.....	71
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
5.1. CONCLUSIONES:	71
5.2. RECOMENDACIONES:.....	72

BIBLIOGRAFIA:	73
ANEXOS:	77

ÍNDICE DE CRAFTICOS, TABLAS Y FOTOGRAFÍAS

GRÁFICOS

Gráfico 1. Tipos de Fallas en las probetas de Hormigón a Compresión:	13
Gráfico 2. Configuración de carga y Rotura a tracción Indirecta:.....	14
Grafico 3. Configuración de carga:.....	14
Gráfico 4. Configuración de carga en un cilindro:.....	15
Grafico 5. Tipos de Falla de cilindros a tracción:.....	15
Grafico 6. Medidas de Cilindros:.....	38
Grafico 7. Ensayo a Compresión del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido y Fibras de Acero Comercial:.....	66
Gráfico 8. Ensayo a Compresión del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial:.....	67
Grafico 9. Ensayo a Tracción del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido y Fibras de Acero Comercial:.....	68
Gráfico 10. Ensayo a Tracción del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido:.....	69

TABLAS

Tabla 1: Resistencia con sus Factores de Dosificación:.....	7
Tabla 2. Nomenclatura de los Ensayos para Realizar el Hormigón:.....	8
Tabla 3: Tamaño de Tamices ASTM C-33:.....	9
Tabla 4. Resistencias a la Compresión más comunes en el Hormigón.:.....	20
Tabla 5. Cantidad de Probetas.....	21
Tabla 6. Cuadro de la Variable Independiente:.....	22
Tabla 7. Cuadro de la Variable Dependiente:.....	23
Tabla 8. Recolección de información:.....	23
Tabla 9. Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información:.....	24
Tabla 10. Cuadro de Técnicas e Instrumento:.....	25
Tabla 11. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso:.....	28
Tabla 12. Análisis Granulométrico del Agregado Fino:.....	29
Tabla 13. Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso y Agregado Fino:.....	30

Tabla 14. Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso y Agregado Fino:.....	30
Tabla 15. Peso Unitario Compactado de la Mezcla:.....	31
Tabla 16. Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Grueso:.....	32
Tabla 17. Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Fino:.....	33
Tabla 18. Densidad Real del Cemento:.....	34
Tabla 19. Dosificación del Hormigón:.....	35
Tabla 20. Cantidad de pasta según asentamiento del Hormigón:.....	36
Tabla 21. Corrección de la Dosificación de Hormigón:.....	41
Tabla 22. Cantidad de Probetas a Realizar en el Proyecto Experimental:.....	42
Tabla 23. Cantidad de Adicionamiento de Virutas de Acero Comercial Fundido Reciclado y Fibra de Acero Comercial para un cilindro:.....	43
Tabla 24. Propiedades del Hormigón Fresco a los 7 Días Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido:.....	44
Tabla 25. Propiedades del Hormigón Fresco a los 14 Días Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido:.....	45
Tabla 26. Propiedades del Hormigón Fresco a los 28 Días Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido:.....	46
Tabla 27. Propiedades del Hormigón Fresco a los 7 Días Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido:.....	47
Tabla 28. Propiedades del Hormigón Fresco a los 14 Días Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido:.....	48
Tabla 29. Propiedades del Hormigón Fresco a los 28 Días Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido:.....	49
Tabla 30. Propiedades del Hormigón Fresco:.....	50
Tabla 31. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 7 Días:.....	51
Tabla 32. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 14 Días:.....	52
Tabla 33. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 28 Días:.....	53
Tabla 34. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 7 Días:.....	54

Tabla 35. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 14 Días:.....	55
Tabla 36. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 28 Días:.....	56
Tabla 37. Ensayo a Compresión del Hormigón Normal:.....	57
Tabla 38. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 7 Días:.....	58
Tabla 39. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 14 Días:.....	59
Tabla 40. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 28 Días:.....	60
Tabla 41. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 7 Días:.....	61
Tabla 42. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 14 Días:.....	62
Tabla 43. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 28 Días:.....	63
Tabla 44. Ensayo a Tracción del Hormigón Normal:.....	64
Tabla 45. Ensayo a Compresión del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido y Fibras de Acero Comercial:.....	65
Tabla 46. Ensayo a Tracción del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido y Fibras de Acero Comercial:.....	65
FOTOGRAFÍAS	
Fotografía N° 1. Viruta de Acero:.....	18
Fotografía N° 2. Tamices Cuadrados:.....	77
Fotografía N° 3 Agregado Grueso:.....	77
Fotografía N° 3 Tamices Redondos:.....	77
Fotografía N° 5 Agregado Fino:.....	77
Fotografía N° 6 Mezcla de Agregados:.....	77
Fotografía N° 7 Compactación del Agregado Fino:.....	77
Fotografía N° 8 Peso del Agregado:.....	78
Fotografía N° 9 Compactación del Agregado Grueso:.....	78
Fotografía N° 10 Mezcla del Agregado:.....	78

Fotografía N° 11 Compactación del Agregado Fino:.....	78
Fotografía N° 12 Peso del Picnómetro:.....	78
Fotografía N° 13 Picnómetro más Agregado fino:.....	78
Fotografía N° 14 Fibra de Acero:.....	79
Fotografía N° 15 Peso del molde de Hormigón:.....	79
Fotografía N° 16 Aceitado del Molde:.....	79
Fotografía N° 17 Mezcla de Hormigón:.....	79
Fotografía N° 18 Colocación del Hormigón en los Moldes:.....	79
Fotografía N° 19 Probetas de Hormigón:.....	80
Fotografía N° 20 Cámara de Curado:.....	80
Fotografía N° 21 Maquina de Compresión:.....	80
Fotografía N° 22 Resistencia del Cilindro:.....	80
Fotografía N° 23 Resistencia y Falla del cilindro:.....	80
Fotografía N° 24 Resistencia del Cilindro:.....	80
Fotografía N° 25 Tracción del Cilindro:.....	81
Fotografía N° 26 Colocación del Cilindro para el ensayo a tracción:.....	81
Fotografía N° 27 Falla del cilindro:.....	81
Fotografía N° 28 Resistencia a tracción:.....	81
Fotografía N° 29 Falla del cilindro:.....	81
Fotografía N° 30 Resistencia a tracción:.....	81
Fotografía N° 31 Falla a tracción normal:.....	82
Fotografía N° 32 Falla a tracción normal:.....	82
Fotografía N° 33 Falla tipo 2 Fisuras verticales:.....	82
Fotografía N° 34 Falla por Fractura Vertical:.....	82
Fotografía N° 35 Falla a tracción normal:.....	82
Fotografía N° 36 Falla por fractura en extremo superior:.....	82

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se realizó con dos materiales reciclados que podrán adicionarse en las mezclas de hormigones. Se implementó dos materiales de desecho mecánico en cada una de las mezclas, afectando las propiedades mecánicas de un hormigón tradicional o común para obtener un hormigón de mayor resistencia a la compresión, y tracción para que sea más resistente a la generación de fisuras.

En primera instancia se determinaron las propiedades de los agregados a utilizar, provenientes de la cantera de materiales pétreos ubicados en la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua, verificando de esa manera que el ripio y arena a usarse en la dosificación cumplen los parámetros establecidos en la norma Inen 694, una vez obtenido estos datos se realizó la recolección de la fibra de acero comercial reciclado y viruta de acero comercial fundido reciclado resultantes de reciclaje de los tornos las mismas que fueron tamizadas evitando la presencia de impurezas que perjudiquen al hormigón.

Con estos antecedentes se procedió al cálculo de la dosificación para un hormigón con $f'c$ de 240 kg/cm^2 , consecutivamente se elaboraron 126 probetas cilíndricas de hormigón, se hicieron dieciocho muestras para cada porcentaje de fibra de acero comercial reciclado y viruta de acero comercial fundido reciclado añadiendo a la mezcla, los porcentajes usados fueron 1%, 1,25% y 1,5% añadidos a la mezcla de hormigón.

Las cuales se comprobaron su resistencia a la compresión y tracción a las edades de los 7, 14 y 28 días, ensayando tres cilindros para la resistencia a compresión, y resistencia a tracción.

La mezcla que se aproximó más a la resistencia establecida para un hormigón común de 240 kg/cm^2 cuando trabaja con el 1,25% de la adición de acero comercial reciclado, los resultados son favorables ya que se obtiene una resistencia mayor a la establecida a lo que cumple su resistencia máxima teniendo un incremento de un 17% a compresión y cuando trabaja con el 1,5% de adición de acero comercial reciclado, los resultados más favorables se obtiene un incremento de 3,9 % a tracción.

ABSTRACT

The present project was realized with two recycled materials that can be added in the mixtures of concrete. Two mechanical waste materials were implemented in each of the mixtures, affecting the mechanical properties of a traditional or common concrete to obtain a concrete of greater resistance to compression, and traction to be more resistant to the generation of cracks.

In the first instance, the properties of the aggregates to be used were determined from the quarry of stone materials located in the city of Ambato, Tungurahua province, thus verifying that the gravel and sand to be used in the dosage comply with the parameters established in The Inen 694 standard, after obtaining this data, the recycled commercial steel fiber and recycled molten commercial steel chip were collected, resulting from the recycling of the lathes, which were screened to avoid the presence of impurities that could damage the concrete.

With this background, the dosage was calculated for a concrete with f_c of 240 kg / cm², consecutively 126 cylindrical specimens of concrete were made, eighteen samples were made for each percentage of recycled commercial steel fiber and commercial steel shavings Melt recycled by adding to the mix, the percentages used were 1%, 1.25% and 1.5% added to the concrete mix.

These were tested for their resistance to compression and traction at the ages of 7, 14 and 28 days, testing three cylinders for compressive strength, and tensile strength.

The mixture which approximates most to the resistance established for a common concrete of 240 kg / cm² when working with 1.25% of the addition of recycled commercial steel, the results are favorable since a resistance greater than that established to Which meets its maximum strength having a 17% increase in compression and when working with 1.5% addition of recycled commercial steel, the most favorable results are obtained a 3.9% increase in traction.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES

1.2 ANTECEDENTES

Los primeros indicios de la utilización del hormigón datan en la época del Imperio Romano y del Renacimiento, obteniendo un mortero que poseía propiedades físicas y mecánicas similares a las del hormigón que se elabora en la actualidad. [1] [2]

El hormigón armado nació en el siglo XIX gracias a Joshep Monier y posteriormente a François Hennebique. Monier era un jardinero sin conocimientos técnicos que ideó un sistema combinado de hormigón con mallas de alambre para construir depósitos y macetas patentado en 1867. El sistema tuvo buena acogida y lo aplicó a puentes de mediana luz y edificios basándose en la experiencia, sin rigor científico estricto. [1]

Los inicios de la utilización de las fibras de acero como de las virutas de acero comercial se lo empleo en Norteamérica, específicamente en Estados Unidos al inicio del siglo XX donde se realiza investigaciones sobre las propiedades físicas y mecánicas del hormigón en la misma que se fueron añadiendo elementos de acero como refuerzos. [3]

Como se indica anteriormente se tiene referencias del inicio del empleo del hormigón en la elaboración de varias investigaciones con resultados favorables documentados, que presentan grandes avances con el pasar del tiempo, mejorando las técnicas y materiales para elaboración de hormigón.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En los últimos años se ha incrementado el interés por reutilizar los materiales que ayuden a un mejor comportamiento y resolver problemas que presenta el hormigón en la construcción. Con el aporte de nuevas investigaciones realizadas, se han implementado nuevos procesos de construcción y combinación de distintos materiales que hacen al hormigón aumentar la resistencia. [4]

El empleo de las fibras de acero en los últimos 50 años se han incrementado, en parte por la generación de nuevas técnicas de construcción y por la facilidad de encontrar el material en el mercado ya que existe una gran demanda del material, siendo el mismo utilizado para disminuir el agrietamiento del hormigón, mejorándolas propiedades mecánicas, su facilidad de manipulación. [3]

El acero comercial reciclado tiene varias aplicaciones, dentro del cual se lo emplea en la elaboración de revestimiento de túneles de hormigón, elaboración de elementos decorativos. Dentro de la Ingeniería Civil en el campo de la construcción se lo emplea para mejorar el desempeño del hormigón con la mitigación de las fisuras y aumento de la resistencia. [5]

En la actualidad el empleo de materiales reciclados dentro de la elaboración de hormigón cuyo objetivo es mejorar las propiedades generando excelentes características de resistencia al igual que la durabilidad. [5]

La incorporación de las fibras distribuidas adecuadamente en la mezcla de hormigón, conforman un armazón que trabaja eficientemente en el control del agrietamiento, mejorando su resistencia. [6]

En base a las investigaciones sobre el empleo del acero reciclado en la elaboración de hormigón, considerándose una alternativa sustentable y eficiente al obtener un hormigón con características adecuadas de resistencia y control de fisuras.

OBJETIVOS

1.3.1 General

Analizar la resistencia del hormigón con la inclusión de virutas de acero comercial fundido y fibras de acero comercial en el laboratorio.

1.3.2 Específicos

- Establecer la dosificación óptima entre los agregados, cemento y virutas de acero comercial
- Analizar comparativamente las resistencias del hormigón con las virutas de acero comercial fundido como con las fibras de acero comercial con la finalidad de establecer cual da mejores resultados para su aplicación.
- Establecer las variaciones de las propiedades mecánicas del hormigón (resistencia a compresión y resistencia a tracción) con la incorporación de virutas acero comercial fundido y las fibras de acero comercial a la mezcla.
- Comparar el porcentaje óptimo de virutas y fibras de acero comercial fundido, para la mezcla de sus agregados, en los que se en marca su resistencia.

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

La investigación se apoya en el análisis de la resistencia a compresión y tracción de probetas de hormigón con adicionando virutas de acero comercial fundido y el hormigón con fibras de acero comerciales.

Para el desarrollo la investigación se requiere conocer sobre el hormigón, propiedades y componentes, el acero y sus diferentes características, entre otros aspectos.

2.1.1. Hormigón

El hormigón es una material compuesto por una mezcla íntima y homogénea de áridos finos, áridos gruesos, cemento y agua en las debidas proporciones. [7]

2.1.1.1. Hormigón Simple.

Es el hormigón estructural con menor armadura que la empleada en el hormigón armado. Es resistente a la compresión pero débil a la tracción por lo que se emplean refuerzos para mejorar su resistencia. El cemento utilizado en su elaboración es el cemento portland Tipo I, siendo el cemento de uso común en la construcción. [8]

2.1.1.2. Propiedades mecánicas del hormigón

Hormigón Fresco

Es el hormigón que presenta una plasticidad tiene la capacidad de moldearse.

El hormigón fresco tiene una vida comprendida entre el instante en que culmina el proceso de amasado manual o mecánica y aquel en que inicia el fraguado del cemento. Las propiedades más relevantes del hormigón fresco son: Consistencia, Trabajabilidad y Homogeneidad. [9]

a) Consistencia

Es la capacidad que demuestra el hormigón en su estado fresco a experimentar deformaciones.

Siendo la forma de medir el grado de humedad de la mezcla por el asentamiento experimentado y se lo mide con el ensayo de cono de Abrams. [9]

b) Trabajabilidad

Es la facilidad de manipulación del concreto fresco, colocado y compactado en los moldes o encofrados, conforme varíe la cantidad de agua suministrada a la mezcla ya sea que esta aumente o disminuya su manipulación variara generando estados de trabajo de la mezcla siendo estos. [9]

- **Buena.-** Mezcla óptima de los componentes del concreto.
- **Media.-** Disminución del agua en pequeña cantidad.
- **Mala.-** Disminución del agua en cantidades mayores a la de diseño.

c) Homogeneidad

El hormigón es homogéneo cuando en cualquier parte de su masa, los componentes que lo conforman están perfectamente mezclados. Siendo vital la obtención de hormigón con buenas características. [9]

Los factores que influyen a la mala homogeneidad son el exceso de compactación y transporte, se los puede clasificar como:

- **Buena.-** Compactación y transporte de la mezcla de una forma correcta.
- **Media.-** Variación en la compactación sin sufrir daños excesivos.
- **Mala.-** Exceso de compactación de la mezcla.

2.1.1.3. Componentes del Hormigón

2.1.1.3.1. Cemento

Conglomerante formado a partir de una mezcla de 60 % caliza y 40 % arcillas calcinadas, con adición de yeso, que tiene la propiedad de fraguar y endurecer al contacto con el agua, adquiriendo resistencias considerables. [8]

Cementos Portland.

Son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos de calcio hidráulicos, fraguan y endurecen al reaccionar químicamente con el agua, esta reacción se la llama hidratación. [8]

El cemento al combinarse con el agua forman una pasta, y cuando son agregados como la arena y grava triturada, se forma lo que se conoce como Concreto.

Clasificación. Tipo, Nombre y Aplicación

Se clasifica en cuatro tipos q son:

Tipo I.- Este tipo de cemento es de uso general, y se emplea cuando no se requiere de propiedades y características especiales.

Entre los usos donde se emplea este tipo de cemento están: pisos, pavimentos, edificios, estructuras, elementos prefabricados. [8] [10]

Tipo II.- El cemento Portland tipo II se utiliza cuando es necesario la protección contra el ataque moderado de sulfatos, como por ejemplo en las tuberías de drenaje. En casos donde se especifican límites máximos para el calor de hidratación. [8] [10]

Tipo III.- Este tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas, a 3 y 7 días. Esta propiedad se obtiene al molerse el cemento más finamente durante el proceso de molienda. Su utilización se debe a necesidades específicas de la construcción, como en el caso de carreteras y autopistas. [8] [10]

Tipo IV.- El cemento Portland tipo IV se utiliza cuando por necesidades de la obra, se requiere que el calor generado por la hidratación sea mantenido a un mínimo. Los usos y aplicaciones del cemento tipo IV están dirigidos a obras con estructuras de tipo masivo, como por ejemplo grandes presas. [8] [10]

2.1.1.3.2. Agua

Calificada como materia prima para la elaboración y curado del hormigón debe cumplir con determinadas normas de calidad. [11]

- Debe ser limpia y fresca hasta donde sea posible.
- No contener residuos de aceite, ácidos, sulfatos de magnesio, sodio, calcio, sales, limo, materiales orgánicos.

Relación Agua / Cemento

Constituye un parámetro importante de la composición del hormigón, influyendo en la resistencia, durabilidad y retracción del hormigón. La relación agua/cemento (a/c) es el valor característico más importante de la tecnología del hormigón. De ella dependen la resistencia y la durabilidad. [12]

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

R = Relación agua / cemento

a = Masa del agua del hormigón fresco

c = Masa del cemento del hormigón

2.1.1.3.3. Método de Dosificación de Última Resistencia.

Se considera las características de los materiales que se dispone en diferentes sitios de obtención para lo cual se debe apoyar en tablas como son las siguientes:

f' c 28 días de edad (kg/cm²)	Relación Agua /Cemento
350	0,46
300	0,51
280	0,52
240	0,56
210	0,58
180	0,60

Tabla 1. Resistencia con sus Factores de Dosificación

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Central.

Los datos requeridos para el desarrollo del método son:

NOMENCLATURA			
DRC	Densidad Real del Cemento	POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos
DRA	Densidad Real de la Arena	CP	Cantidad de Pasta
DRR	Densidad Real del Ripio	C	Cantidad de Cemento
POA	Porcentaje Óptimo Arena	W	Cantidad de Agua
POR	Porcentaje Óptimo Ripio	A	Cantidad de Arena
DOMAg	Densidad Óptima de la mezcla	R	Cantidad de Ripio
w / c	Relación Agua/Cemento		
CP en %	Porcentaje de Cantidad de Pasta		
DRAg	Densidad Real de la mezcla		

Tabla 2. Nomenclatura de los Ensayos para Realizar el Hormigón.

Fuente: Egdo. Franklin Sandoval.

2.1.2. AGREGADOS

Son partículas de distintos tamaños q se los puede encontrar en la naturaleza o como resultado de trituración de materiales pétreos.

En los hormigones estructurales, los agregados pueden llegar a ocupar del 60% al 75% del volumen del concreto, y su vez intervienen directamente en las características del hormigón en su estado fresco y endurecido pues de sus propiedades físicas y mecánicas depende la proporción de los componentes de la mezcla. [13]

Los agregados para hormigón se pueden clasificar en:

1. **Agregado Fino.-** Es el árido que en nuestro medio se denomina “Arena”, cuyas partículas pasan casi en su totalidad por el tamiz #4 (de 4.75mm) y son retenidas en el tamiz #200 (de 75µm). [10]
2. **Agregado Grueso.-** Es el material pétreo denominado localmente como “Ripio” y que es retenido predominantemente por el tamiz #4 (de 4.75mm). [10]
3. **Fragmentos de Roca.-** Son los agregados con tamaño mayor a 3’’ (de 75mm), que se usan tradicionalmente para la preparación de hormigón ciclópeo. [10]

2.1.2.1. Propiedades de los agregados

Agregado Fino

- Granulometría

La granulometría es la distribución de las partículas por su tamaño, debiendo cumplir con los límites de la norma (ASTM C-33) indicada a continuación:

TAMAÑO DE LA MALLA	PORCENTAJE QUE PASA EN PESO
9,52 mm (3/8")	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
0,60 mm (No. 30)	25 a 60
0,30 mm (No. 50)	10 a 30
0,15 mm (No. 100)	2 a 10

Tabla 3: Tamaño de Tamices ASTM C-33

Fuente: ASTM C-33. Especificación Normalizada para agregados en el concreto

- Módulo de Finura

El módulo de finura (MF) es un parámetro que da una idea del grosor o finura del agregado y se lo obtiene mediante la norma ASTM C-125, sumando los porcentajes retenidos acumulados en los tamices estándar y dividiendo la suma entre 100. El módulo de finura para la elaboración de concreto, deberá estar entre 2,3 y 3,1. [14]

Los tamices que se utilizan para determinar el módulo de finura son los de 0.15mm (No.100), 0.30mm (No.50), 0.60mm (No.30), 1.18mm (No.16), 2.36mm (No.8), 4.75mm (No.4), 9.52mm (3/8"), 19.05mm (3/4"), 38.10mm (1½"), 76.20mm (3"), y 152.40mm (6"). [14]

- Contenido de Humedad

Los agregados pueden llegar a presentar cierto grado de humedad lo cual está relacionado con la porosidad de las partículas.

- Peso Volumétrico

Debe realizarse basándose en la norma NTE INEN 858, para determinar de esta manera el peso volumétrico del agregado en condición compactada o suelta y así calcular los vacíos entre áridos. [15]

Agregado Grueso

- Granulometría

Es aconsejable que el agregado grueso en conjunto tenga una determinada continuidad de tamaños de sus partículas, además se dice que el tamaño máximo del árido influye en el aspecto económico en la preparación del concreto, pues se necesita más agua y cemento para agregados con partículas pequeñas que para tamaños mayores. [16]

Conforme a las especificaciones de la norma ASTM E-11 la serie de tamices necesarios para la determinación del análisis granulométrico del árido grueso son: 2'', ½'', 1'', ¾'', ½'', 3/8'', #4. [16]

- Tamaño Nominal Máximo TNM

Para determinar el tamaño nominal máximo se busca el primer valor que represente el 15% o más en la columna del porcentaje Retenido Acumulado de la tabla del análisis granulométrico de una muestra de agregado, y el TNM será la abertura del tamiz antes del cual corresponde al que retiene el 15% o más. [16]

Para los ensayos se consideran los tamices A.S.T.M.: 2'', 1 ½'', 1'', ¾'', ½'', 3/8'', # 4.

Peso Unitario Suelto.

Se especifica como la masa q tiene el material por unidad de volumen cuando el material está en estado natural.

La densidad aparente del agregado grueso o fino, depende de la densidad del mineral que se compone el agregado y también de la cantidad de huecos, la mayoría de los agregados tiene una densidad entre 2.6 gr/cc y 2.7 gr/cc. [15]

Peso Unitario Compactado.

Se obtiene de la fraccionando la masa de las partículas del material estas serán el agregado grueso como el agregado fino, para su volumen incluido, el volumen de vacíos existentes entre las partículas, y la compactación se lo hace un molde cilíndrico según la norma INEN 858. [15]

Dosificación.

Para dosificar un hormigón se debe tener en cuenta factores fundamentales como son: La resistencia, consistencia y tamaño máximo del árido, los cuales son datos que a partir de los cuales se determina las cantidades necesarias de agua, cemento y áridos disponibles para obtener el hormigón deseado al menor costo posible. [17]

Proceso para dosificar un hormigón:

- Fijar la resistencia característica del hormigón de acuerdo con las necesidades de la obra.
- Elegir el tipo de cemento.
- Determinar la relación agua/ cemento que corresponda a la resistencia del hormigón.
- Determinar la densidad real de los agregados.
- Determinar el porcentaje óptimo de vacíos.
- Determinar la cantidad de pasta según el asentamiento del hormigón.
- Calcular la cantidad de cemento, agua y agregados para un metro cubico de hormigón
- Se puede dosificar al peso o al volumen.

Llenado de probetas de hormigón

Consiste en el llenado de cilindros normalizados, con tres capas compactándolas cada una con 25 golpes de espiral con la varilla compactadora, para sacar el exceso de aire se emplea un martillo de goma con el que se dan golpes laterales que van de diez a quince. [9]

Conservación de las probetas

Las proveas se deben mantener 24 horas desde su elaboración en temperaturas que oscilan los 16°C y los 27°C. [9]

Peso Específico y Capacidad de Absorción (Agregado Grueso y Agregado Fino Normas INEN 856 Y 857).

La densidad real es la masa tomada en el aire de un volumen dado de material a la temperatura considerada, dividida para la masa tomada en el aire de un volumen igual de agua a una temperatura dada, la determinación de este valor es necesaria para el cálculo de los rendimientos del concreto a porciones dadas de agregados, agua y cemento. Las normas son: INEN 857 para el agregado grueso y la norma INEN 856 para el agregado fino. [18] [19]

Resistencia a la Compresión

El hormigón convencional es un material que resiste las solicitaciones de compresión, tensión y flexión, siendo la resistencia a compresión la más elevada de todas, cifrando resultados diez veces más en comparación a la de tensión. [11]

La resistencia a la compresión de hormigones normales (210 - 280 Kg/cm²) y de mediana resistencia (350 - 420 Kg/cm²) está dominada por la relación agua/cemento (a menor relación agua/cemento mayor resistencia) y por el nivel de compactación (a mayor compactación mayor resistencia), pero también son factores importantes la cantidad de cemento (a mayor cantidad de cemento mayor resistencia) y la granulometría de los agregados (mejores granulometrías dan lugar a mayores resistencias). [20]

2.1.3. FALLAS DEL HORMIGÓN ENSAYADO A COMPRESIÓN

Las fallas del hormigón dependen de diferentes factores como son. [21]

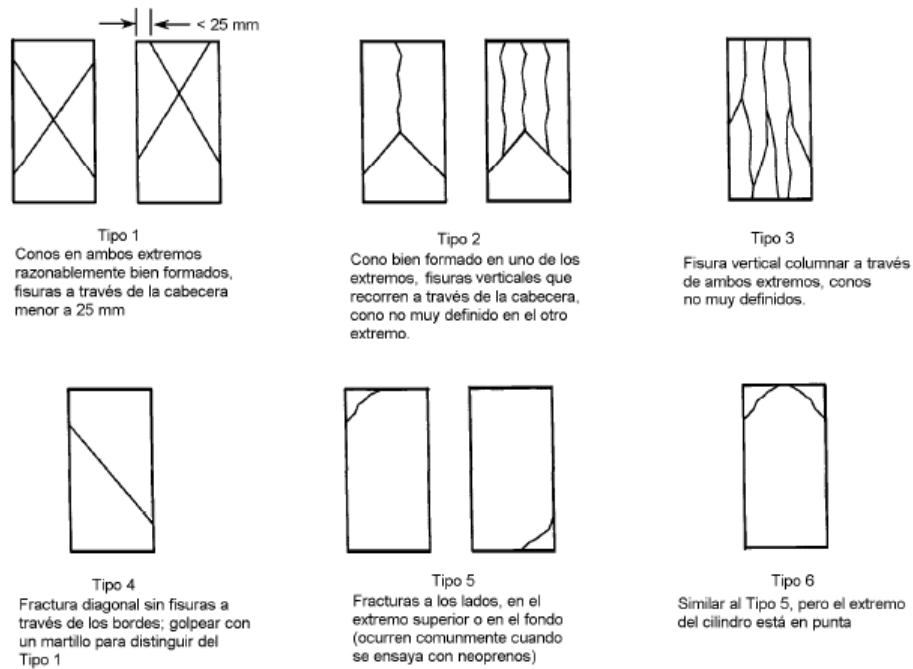


Gráfico 1: Tipos de Fallas en las probetas de Hormigón a Compresión

Fuente: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 573: 2010

2.1.4. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

El Hormigón resiste mayor mente a compresión, pero es ineficiente para resistir cargas a tracción, representando hasta un 10% de su resistencia a la compresión, motivo por el cual en el hormigón armado los esfuerzos de tracción son absorbidos por el acero de refuerzo. [20]

2.1.5. ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA , ENSAYO BRASILEÑO

Éste es un método ampliamente aceptado para determinar en forma indirecta la resistencia a tracción uniaxial del hormigón, principalmente debido a que se puede ejecutar sobre probetas cilíndricas, moldeadas o testigos, cúbicas o prismáticas. [22]

Además, es un procedimiento muy simple y ha sido especificado por varias normas y recomendaciones, entre las que cabe señalar ASTM C - 496, UNE 83306, NCh 1170 y Rilem CPC6 (Carmona, 2009; Urrutia, 2011). [22]

ENSAYO TRACCIÓN INDIRECTA

El ensayo a tracción consiste en someter a compresión diametral una probeta cilíndrica, igual a la definida en el ensayo Marshall, aplicando una carga de manera uniforme a lo largo de dos líneas o generatrices opuestas hasta alcanzar la rotura se utilizan unas placas de apoyo. [23]

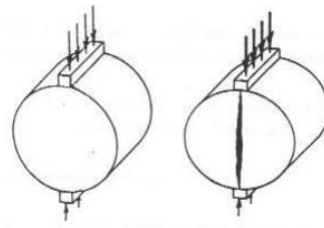


Grafico 2: Configuración de carga y Rotura a tracción Indirecta

Fuente: Tesis Boris Fernando Muñoz Ojeda



Grafico 3: Configuración de carga

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin

El estado tensional de un cilindro sometido a una carga puntual lineal sobre uno de sus diámetros es resoluble analíticamente si se considera un estado de deformación plana.

Las tensiones de tracción que aparecen, son máximas y constantes en el plano de aplicación de las cargas, mientras que las tensiones de compresión no son homogéneas. [23]

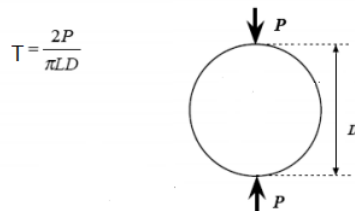


Grafico 4: Configuración de carga en un cilindro

Fuente: Tesis Boris Fernando Muñoz Ojeda

Donde T es la resistencia a tracción indirecta, P es la carga aplicada, L la longitud de la probeta y D su diámetro. Las tensiones de tracción son constantes en el plano mencionado. [23]

Tipos de fallas a tracción

Los tipos de falla a tracción indirecta son:

- Falla a Tracción Normal (Prueba válida)
- Falla de Triple Hendimiento (Prueba válida)
- Fallas de Compresión y Cizallamiento (Prueba no válida)

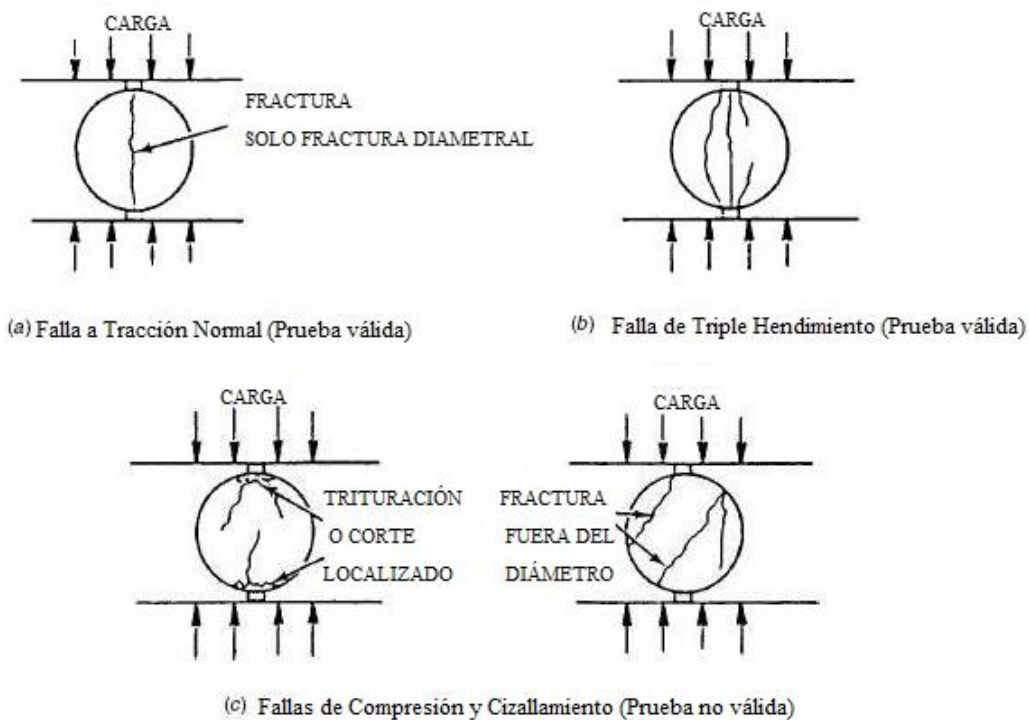


Grafico 5: Tipos de Falla de cilindros a tracción

Fuente: Tesis Boris Fernando Muñoz Ojeda

2.1.6. PORCENTAJE DE ADICIÓN DE LA FIBRA Y VIRUTA DE ACERO

Para obtener una buena trabajabilidad del hormigón el tamaño de los agregado influye para la adición de la fibra, con hormigones de agregados de tamaño máximo 10 mm no se debe pasar del 1,5 % de fibras, y con hormigones de agregados de 20 mm este contenido debe limitarse a prácticamente al 1 %. [24]

2.1.7. FIBRAS

Son pequeños pedazos discontinuos de acero, presentan características y dimensiones diferentes respecto a las demás, cuya superficie puede ser lisa, ondulada, labrada para conseguir una mayor adherencia en el caso del hormigón. [22]

La norma ASTM A 820 cita una clasificación para cuatro tipos de fibras de acero según su proceso de fabricación los cuales son:

- I. Trefiladas: fibras de alambre conformadas a frio.
- II. Láminas cortadas: fibras cortadas de chapas de acero.
- III. Extractos fundidos: las fibras extraídas por fundición.
- IV. Otras fibras

2.1.7.1. Fibras utilizadas en la investigación.

En la presente investigación se tomara en cuenta dos tipos de fibras los cuales son, el Tipo I y el Tipo III de fibra que cita la norma ASTM A 820, esto debido a que la fibra obtenida es de materiales reciclados.

Características de las fibras

La fibra de acero está caracterizada de acuerdo a los siguientes criterios físicos:

Longitud L.- define la longitud de la fibra de acero (mm)

Diámetro equivalente De.- es el diámetro de una superficie circular cuya área es igual al área que describe la sección transversal de una fibra (mm).

Forma y sección de la Fibra de Acero.

La fibra puede presentar diferentes formas: planas, onduladas, con anclajes en sus extremos, con ganchos (tipo omega), con sus puntas achatadas, entre otros.

Las fibras de acero presentan formas muy variadas estas pueden ser: onduladas, rectas, con extremos conformados, dentadas, con ganchos, entre otros. [25]

Hormigones reforzados con fibras de acero (HRFA)

EL hormigón con fibra es el resultado de combinar el concreto convencional con fibras de acero, cuya función es incrementar determinadas características físico-mecánicas del hormigón normal. [25]

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

Componentes del HRFA.

El HRFA está compuesto por los mismos materiales que un hormigón normal al que se le incorporan fibras de acero. La adición de fibras obliga a que ciertos componentes cumplan con determinadas condiciones que en los hormigones convencionales no son importantes su consideración. [25]

Orientación de las fibras en el HRFA

A pesar de que las fibras se distribuyan en forma homogénea al mezclar, la orientación se puede modificar por el proceso de llenado y compactación y por el efecto pared, el

cual es conocido por la orientación de las fibras en paralelo a las paredes o superficies de encofrado, resultando más notable cuando el HRFA está expuesto a un mayor número de bordes. [25]

Es necesario anotar que el proceso de compactación por vibración no tiene un efecto significativo en la orientación de las fibras si sólo se lleva a cabo durante 1 o 2 minutos o si la trabajabilidad del hormigón no es suficientemente alta, mientras que excesiva vibración da lugar a una orientación preferencial y segregación.

2.1.8. VIRUTA

Es un material producido en los laboratorios de metal mecánica, son desechos dejados por los tornos al trabajar con el acero, pertenece al Tipo IV de la norma ASTM 820.



Fotografía N° 1. Viruta de Acero

Fuente: Egdo. Franklin Sandoval.

2.2 HIPÓTESIS

Al añadir virutas de acero comercial fundido y fibras de acero comercial reciclado aumenta la resistencia a tracción y compresión en el hormigón.

2.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES DE LA HIPÓTESIS

2.3.1 Variable Independiente

El adiconamiento virutas de acero comercial fundido y fibras de acero comerciales

2.3.2 Variable Dependiente

Resistencia a la compresión y tracción del hormigón.

CAPÍTULO III.

METODOLOGÍA

3.1 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación a utilizar en el proyecto son: experimental, aplicada y de laboratorio.

Investigación experimental

La investigación es experimental por el motivo que se necesita realizar ensayos de tracción y compresión en diversas probetas de hormigón simple dosificando en el laboratorio en porcentajes de fibra de acero comercial reciclado y virutas de acero comercial fundido reciclado, en adición al agregado fino y grueso, determinando el porcentaje óptimo de acero comercial reciclado

Investigación aplicada

El estudio en cuestión tiene como propósito determinar una característica importante en el hormigón simple añadiendo un material reciclado en su composición, de tal manera establecer su uso para futuras obras civiles.

Investigación de laboratorio

Se ha empleado esta investigación para la realizar ensayos necesarios para este proyecto, en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

El proyecto experimental no cuenta con población, ya q el mismo es innovador y no se puede determinar una población existente para la ejecución de la misma.

3.2.2 MUESTRA

El muestreo del presente proyecto es la cantidad de probetas que se realizó, para ensayar la resistencia a tracción y a compresión se promedió los resultados de tres probetas, ensayadas a la edad establecida, añadiendo el acero comercial reciclado.

Para cada ensayo de resistencia se deben fabricar como mínimo dos probetas, elaboradas al mismo tiempo y de la misma muestra de hormigón. Estas probetas mantendrán condiciones similares de curado y serán ensayadas a la misma edad, cuyas dimensiones específicas son de 15 cm de diámetro y 30cm de altura. [26] [21]

Resistencias a la Compresión más comunes en el Hormigón						
Resistencia Relativa a la Compresión (%)				f' c = 240 kg/cm ²		
Edad días	Límite Inferior	Promedio	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio	Límite Superior
0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
1	10	10	10	24,0	24,0	24,0
3	45	50	55	108,0	120,0	132,0
7	65	70	75	156,0	168,0	180,0
14	80	85	90	192,0	204,0	215,0
21	90	95	100	216,0	228,0	240,0
28	95	100	105	228,0	240,0	252,0
56	115	120	125	276,0	288,0	300,0

Tabla 4. Resistencias a la Compresión más comunes en el Hormigón.

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Universidad Técnica de Ambato.

Para el análisis comparativo a compresión se decide trabajar con un total de 63 probetas de hormigón, 9 por cada tipo de mezcla. Para el análisis comparativo a tracción se decide trabajar con un total de 63 probetas de hormigón, 9 por cada tipo de mezcla.

La buena docilidad de las mezclas y la eliminación de la formación de bolas aconsejan no emplear áridos de tamaño superior a 20 mm, lo cual no es un grave inconveniente, ya que para muchas aplicaciones éste es un tamaño ideal, con hormigones de áridos de

tamaño máximo 10 mm no se debe pasar del 1,5 % de fibras, y con hormigones de áridos de 20 mm este contenido debe limitarse a prácticamente al 1 %. [24] [3]

En HRFA, y volúmenes de fibras de 1.0% y 1.5% encontraron incrementos de la resistencia a 4-19% respecto de hormigones idénticos sin fibras. [3]

Las fibras metálicas, concretamente las de acero, son las que más se emplean en el refuerzo de hormigones por ser las más eficaces y económicas. El diámetro de los alambres está comprendido entre 0,25 y 0,80 mm. La longitud de las fibras puede ser muy variable, oscilando entre 10 y 75 mm. [24]

CANTIDAD DE PROBETAS A REALIZAR								
Edad	Ensayos	Hormigón normal	Hormigón con virutas de acero			Hormigón con fibras de acero		
		0%	1 %	1,25 %	1,5 %	1 %	1,25 %	1,5 %
7 Días	Compresión	3	3	3	3	3	3	3
	Tracción	3	3	3	3	3	3	3
14 Días	Compresión	3	3	3	3	3	3	3
	Tracción	3	3	3	3	3	3	3
28 Días	Compresión	3	3	3	3	3	3	3
	Tracción	3	3	3	3	3	3	3
Total parcial		18	18	18	18	18	18	18
Total		126						

Tabla 5. Cantidad de Probetas.

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

HIPÓTESIS

Al añadir virutas de acero comercial fundido y fibras de acero comercial reciclado aumenta la resistencia a tracción y compresión en el hormigón.

3.3.1 Variable Independiente

El adiconamiento virutas de acero comercial fundido y fibras de acero comerciales

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumento
Se denomina así al material compuesto empleado en la construcción, formado esencialmente por un aglomerante al q se añade virutas o fibras de acero comercial reciclado, agregados y agua	Hormigón	Componentes	¿Cuáles son los componentes del hormigón?	Investigación, Normas, investigación experimental , aplicada, laboratorio
		Resistencia	¿Qué afectan a la resistencia del hormigón?	Investigación, Normas, investigación experimental , aplicada, laboratorio
	Acero reciclado	Estado físico del acero reciclado	¿Qué tipo de acero reciclado usaría para agregar al hormigón?	Investigación
		Por su naturaleza	¿Cuáles son los tipos de aceros reciclados?	Investigación

Tabla 6. Cuadro de la Variable Independiente

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

3.3.2 Variable Dependiente

Resistencia a la compresión y tracción del hormigón.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumento
Se denomina resistencia a compresión al ensayo para determinar la resistencia máxima de un material ante un esfuerzo de compresión	Módulo de rotura	Carga máxima	¿Qué tipo de carga se emplea en los cilindros a ensayar?	Normas INEN,ASTM, Investigación de laboratorio y experimental
Se denomina resistencia a tracción al ensayo para determinar la resistencia máxima de un material ante un esfuerzo de compresión diamental	Módulo de rotura	Carga máxima	¿Qué tipo de carga se emplea en los cilindros a ensayar?	Normas INEN,ASTM, Investigación de laboratorio y experimental

Tabla 7. Cuadro de la Variable Dependiente

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

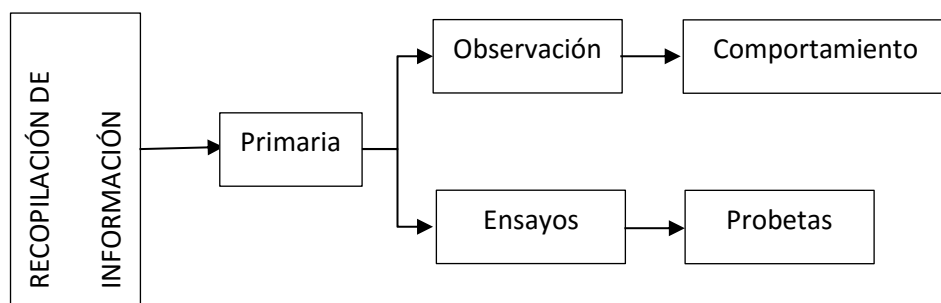


Tabla 8. Recolección de información

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

Preguntas Básicas	Explicación
1. ¿Para qué?	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar la resistencia máxima del hormigón, añadiendo a la mezcla de hormigón varios porcentajes de acero reciclado
2. ¿De qué personas u objetos?	<ul style="list-style-type: none"> - De probetas cilíndricas realizadas en el laboratorio, que han adquirido su resistencia a su edad máxima.
3. ¿Sobre qué aspectos?	<ul style="list-style-type: none"> - Adicionamiento de acero comercial reciclado
4. ¿Quién	<ul style="list-style-type: none"> - Egdo. Sandoval Franklin
5. ¿Dónde?	<ul style="list-style-type: none"> - 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?	<ul style="list-style-type: none"> - Investigación - Normas INEN, ASTM y AASHTO. - Ensayos de laboratorio

Tabla 9. Cuadro de Preguntas para la Recolección de Información

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

3.4.1 Técnicas e Instrumentos

Técnicas	Instrumentos
Ensayos de laboratorio	Herramientas varias Concretera Máquina de Compresión (500 Ton) Encofrados Cilindros Cámara de Curado (24°C a 26°C)

Tabla 10. Cuadro de Técnicas e Instrumento

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

3.5 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Dosificación

- Determinar la densidad real del cemento portland que se va a utilizar en los ensayos propuestos.
- Determinar la densidad real de los agregados gruesos y finos para comprobar si el material es apto para trabajar.
- Interpretar los resultados de ensayos realizados a los agregados gruesos y finos.
- Establecer una dosificación adecuada, para realizar los cilindros o probetas a ensayar y obtener una resistencia a la compresión admisible.
- Determinar los porcentajes de agua, para las diferentes dosificaciones que se realizarán, dependiendo el tipo de cilindro o probeta que se producirá con los porcentajes propuestos y en los diferentes días de curado.

- Verificar e identificar los cilindros o probetas, para determinar los días de curado que tendrá el hormigón y la fecha del ensayo a compresión y tracción de dichas probetas.

Ensayos

- Ensayar los cilindros 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.
- Determinar la resistencia a compresión y tracción de las probetas propuestas, con su determinado porcentaje, días de curado y diferente tipos de acero comercial reciclado.
- Revisión Crítica de la Información Recogida

Análisis de resultados

- Tabulación de Cuadros según variables de la hipótesis (cuadros de una variable, cuadro de cruce de variables, etc.)
- Representar los resultados mediante gráficos estadísticos.
- Estudio estadístico de datos para presentación de resultados.
- 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.

Para efectuar una buena dosificación de hormigón y lograr una resistencia requerida para el proyecto se necesita de los siguientes ensayos

- Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.
- Análisis Granulométrico del Agregado Fino.
- Densidad Aparente Compactada del Agregado Fino y Grueso.
- Densidad Aparente Compactada de la Mezcla.
- Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Grueso.
- Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Fino.
- Densidad Real del Cemento.
- Dosificación del Hormigón.

Después de los ensayos realizados, y la dosificación establecida se calcula los siguientes ítems para continuar con la realización del proyecto experimental, y hormigonar la cantidad de cilindros establecida para después verificar su resistencia y cumplir con la hipótesis.

- Cantidad de Probetas a realizar.
- Densidad Media de los Cilindros.

Para finalizar se obtiene las diferentes resistencias de cada cilindro con su diferente porcentaje de acero reciclado adicionando al hormigón y a su edad establecida.

- Cuadro de Resistencia del Hormigón a los 7, 14 y 28 días.



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



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO

ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato				
PESO DE LA MUESTRA [gr]	9500	PÉRDIDA DE MUESTRA[%]	0,003		
ENSAYADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval		FECHA:	23/08/2016	
NORMA:	INEN 696				
TAMIZ	RETENIDO PARCIAL [gr]	RETENIDO ACUMULADO [gr]	RETENIDO ACUMULADO [%]	% QUE PASA [%]	LÍMITES ASTM % QUE PASA
2"	0,0	0,0	0,0	100,0	100
1 1/2"	204,4	204,4	2,2	97,8	95 - 100
1"	389,2	593,6	6,2	93,8	-
3/4"	799,8	1393,4	14,7	85,3	35 - 70
1/2"	4617,5	6010,9	63,3	36,7	-
3/8"	2889,2	8900,1	93,7	6,3	10 - 30
#4	573,2	9473,3	99,7	0,3	0 - 5
BANDEJA	26,4	9499,7	100,0	0,0	-
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO:	1 1/2"				

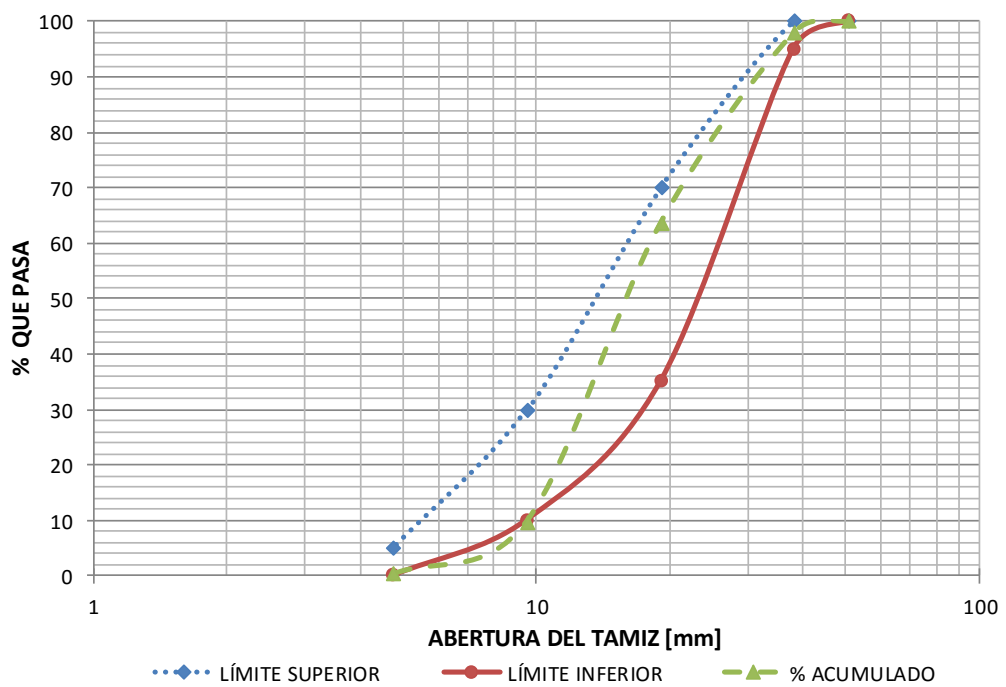


Tabla 11. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato				
PESO DE LA MUESTRA (gr)	800	PÉRDIDA DE MUESTRA[%]	0,4		
ENSAYADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval		FECHA:	23/08/2016	
NORMA:	INEN 696				
TAMIZ	RETENIDO PARCIAL (gr)	RETENIDO ACUMULADO (gr.)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	LÍMITES ASTM % QUE PASA
3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0	100
#4	6,2	6,2	0,8	99,2	95 - 100
#8	66,0	72,2	9,0	91,0	80 - 100
#16	158,6	230,8	28,9	71,2	50 - 85
#30	149,9	380,7	47,6	52,4	25 - 60
#50	146,5	527,2	65,9	34,1	10 - 30
#100	117,2	644,4	80,6	19,5	2 - 10
#200	85,0	729,4	91,2	8,8	-
BANDEJA	67,3	796,7	99,6	0,4	-
				2,33	

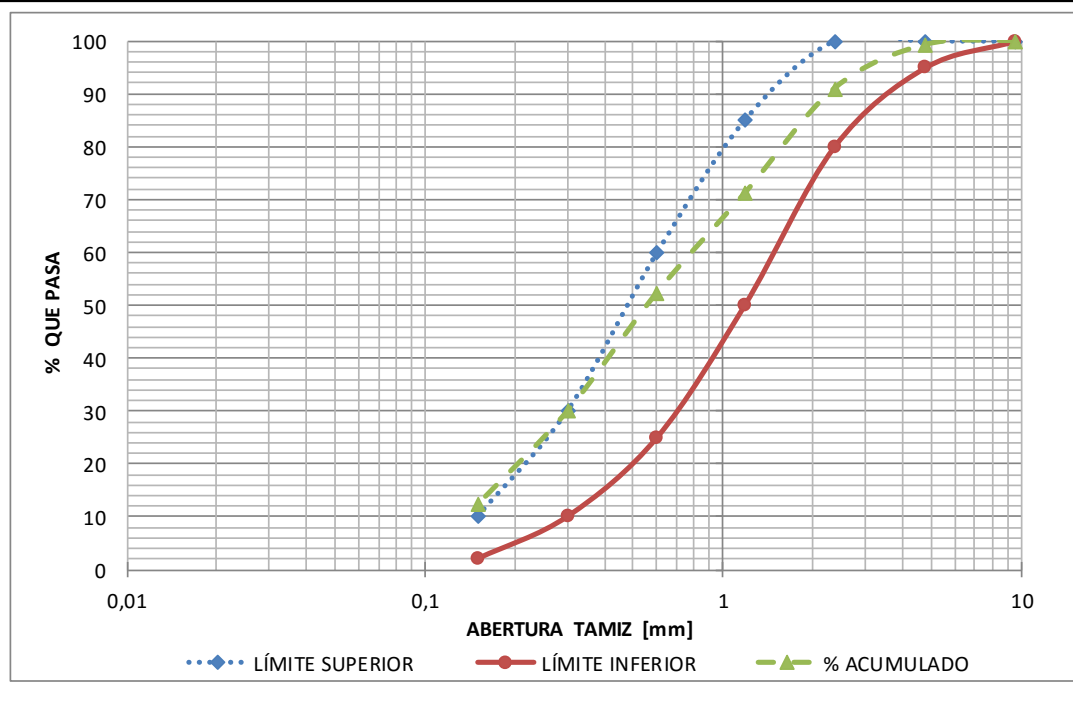


Tabla 12. Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES				
PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO				
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato			
ENSAYADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval	FECHA:	23/08/2016	
NORMA:	INEN 858			
MASA RECIPIENTE [kg]	9,9			
VOLUMEN DEL RECIPIENTE [cm³]:	20,56			
AGREGADO	AGREGADO + RECIPIENTE [kg]	AGREGADO [kg]	PESO UNITARIO [kg/cm ³]	PESO UNITARIO PROMEDIO [kg/cm ³]
GRUESO	37,5	27,6	1,342	1,3497
	37,8	27,9	1,357	
FINO	41,8	31,9	1,552	1,5443
	41,5	31,6	1,537	

Tabla 13. Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso y Agregado Fino

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES				
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO Y AGREGADO FINO				
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato			
ENSAYADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval	FECHA:	23/08/2016	
NORMA:	INEN 858			
MASA RECIPIENTE [kg]	9,8			
VOLUMEN DEL RECIPIENTE [cm³]:	20,56			
AGREGADO	AGREGADO + RECIPIENTE [kg]	AGREGADO [kg]	PESO UNITARIO [kg/cm ³]	PESO UNITARIO PROMEDIO [kg/cm ³]
GRUESO	39,9	30,1	1,464	1,4543
	39,5	29,7	1,445	
FINO	44,6	34,8	1,693	1,6853
	44,3	34,5	1,678	

Tabla 14. Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso y Agregado Fino

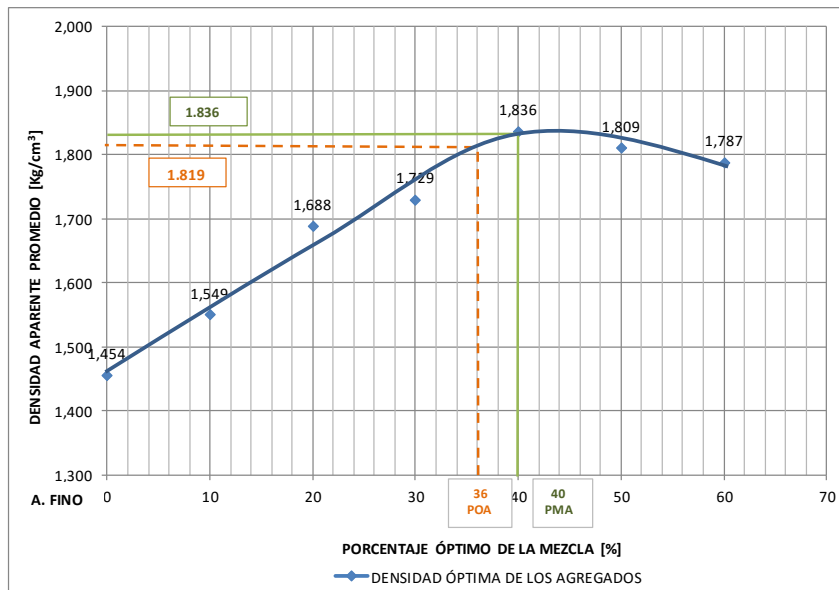
Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES

PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA MEZCLA

ORIGEN:		Cantera la Península- Ambato						
ENSAYADO POR:		Egdo. Franklin Sandoval		FECHA:		23/08/2016		
NORMA:		INEN 858						
MASA RECIPIENTE [Kg]		9,8						
VOLUMEN RECIPIENTE [cm]		20,56						
% MEZCLA		CANTIDAD [Kg]		FINO AÑADIDO [Kg]	AGREGADO + RECIPIENTE [Kg]	AGREGADO [Kg]	PESO UNITARIO MEZCLA [Kg/cm ³]	PESO UNITARIO PROMEDIO [Kg/cm ³]
R	A	R	A	A	AGREGADO FINO + AGREGADO GRUESO			
100	0	40	0,00	0,00	39,9	30,1	1,464	1,454
					39,5	29,7	1,445	
90	10	40	4,44	4,44	41,5	31,7	1,542	1,549
					41,8	32	1,556	
80	20	40	10,00	5,56	44,6	34,8	1,693	1,688
					44,4	34,6	1,683	
70	30	40	17,14	7,14	45,2	35,4	1,722	1,729
					45,5	35,7	1,736	
60	40	40	26,67	9,52	47,4	37,6	1,829	1,836
					47,7	37,9	1,843	
50	50	40	40,00	13,33	47,1	37,3	1,814	1,809
					46,9	37,1	1,804	
40	60	40	60,00	20,00	46,7	36,9	1,795	1,787
					46,4	36,6	1,780	



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/cm ³)	1,836
Peso unitario óptimo (gr/cm ³)	1,819

Tabla 15. Peso Unitario Compactado de la Mezcla

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES				
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO				
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato			
ENSAYADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval	FECHA:	24/08/2016	
NORMA:	INEN 857			
DATO	CORRESPONDENCIA	UNIDAD	VALOR	
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL DEL RIPIO				
M1	MASA DE LA CANASTILLA EN EL AIRE	[gr]	1492	
M2	MASA DE LA CANASTILLA EN EL AGUA	[gr]	1336	
M3	MASA DE LA CANASTILLA + MUESTRA S.S.S. EN EL AIRE	[gr]	5489	
M4	MASA DE LA CANASTILLA + MUESTRA S.S.S. EN EL AGUA	[gr]	3813	
DA	DENSIDAD REAL DEL AGUA	[gr/cm ³]	1,000	
M5 = M3 - M1	MASA DE LA MUESTRA S.S.S. EN EL AIRE	[gr]	3997	
M6 = M4 - M2	MASA DE LA MUESTRA S.S.S. EN EL AGUA	[gr]	2477	
VR = (M5-M6) / DA	VOLUMEN REAL DE LA MUESTRA	[cm ³]	1520	
DR = M5 / VR	DENSIDAD REAL DEL RIPIO	[gr/cm ³]	2,630	
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL RIPIO				
M7	MASA DEL RECIPIENTE	[gr]	24,1	24,4
M8	MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA S.S.S.	[gr]	145,1	158,2
M9 = M8 - M7	MASA DE LA MUESTRA S.S.S.	[gr]	121	133,8
M10	MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	[gr]	144	157,4
M11 = M10 - M7	MASA DE LA MUESTRA SECA	[gr]	119,9	133
CA = ((M9 - M11)/M11)*100	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	[%]	0,92	0,60
P2 = (CA1 + CA2) / 2	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN PROMEDIO DEL RIPIO	[%]	0,76	

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

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 				
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES				
DENSIDAD REAL Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato			
ENSAYADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval	FECHA:	24/08/2016	
NORMA:	INEN 857			
DATO	CORRESPONDENCIA	UNIDAD	VALOR	
CÁLCULO DE LA DENSIDAD REAL DE LA ARENA				
M1	MASA DEL PICNÓMETRO	[gr]	163,2	
M2	MASA DEL PICNÓMETRO + MUESTRA S.S.S.	[gr]	286,7	
M3	MASA DEL PICNÓMETRO + MUESTRA S.S.S. + AGUA	[gr]	735,5	
M4 = M3 - M2	MASA AGUA AÑADIDA	[gr]	448,8	
M5	MASA PICNÓMETRO + 500 cm ³ DE AGUA	[gr]	659,8	
M6 = M5 - M1	MASA DE 500 cm ³ DE AGUA	[gr]	496,6	
DA = M6 / 500 cm³	DENSIDAD DEL AGUA	[gr/cm ³]	1,000	
M7 = M6 - M4	MASA DE AGUA DESALOJADA POR LA MUESTRA	[gr]	47,8	
Msss = M2 - M1	MASA DEL AGREGADO	[gr]	123,5	
Vsss = M7 / DA	VOLUMEN DE AGUA DESALOJADA	[cm ³]	47,8	
DRA = Msss / Vsss	DENSIDAD REAL DE LA ARENA	[gr/cm ³]	2,584	
CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE LA ARENA				
M7	MASA DEL RECIPIENTE	[gr]	24,6	15,8
M8	MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA S.S.S.	[gr]	142,1	153,2
M9 = M8 - M7	MASA DE LA MUESTRA S.S.S.	[gr]	117,5	137,4
M10	MASA DEL RECIPIENTE + MUESTRA SECA	[gr]	139,9	151,8
M11 = M10 - M7	MASA DE LA MUESTRA SECA	[gr]	115,3	136
CA = ((M9 - M11)/M11)*100	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN	[%]	1,91	1,03
P2 = (CA1 + CA2) / 2	CAPACIDAD DE ABSORCIÓN PROMEDIO DEL AREN	[%]	1,47	

Tabla 17. Densidad Real y Capacidad de Absorción del Agregado Fino

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN
ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO
COMERCIALES**

DENSIDAD REAL DEL CEMENTO				
ORIGEN:	Cemento Holcim Rocafuerte	NORMA:	NTE INEN 156	
ENSAYADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval	FECHA:	25/08/2016	
DATOS	CORRESPONDENCIA	UNIDAD	M1	M2
M1	MASA DEL PICNÓMETRO	gr	163,2	152,6
M2	MASA DEL PICNÓMETRO + CEMENTO	gr	343,4	332,6
M3	MASA DEL PICNÓMETRO + CEMENTO + GASOLINA	gr	663,3	655,8
M4 = M3 - M2	MASA GASOLINA AÑADIDA	gr	319,9	323,2
M5	MASA DEL PICNÓMETRO + 500 cm ³ GASOLINA	gr	529,2	520,9
M6 = M5 - M1	MASA 500 cm ³ GASOLINA	gr	366,0	368,3
DG = M6 / 500	DENSIDAD DE LA GASOLINA	gr./cm³	0,732	0,737
M7 = M6 - M4	MASA GASOLINA DESALOJADA POR EL CEMENTO	gr	46,12	45,1
MC = M2 - M1	MASA DE CEMENTO	gr	180,2	180
VG = M7 / DG	VOLUMEN DE GASOLINA DESALOJADA	cm³	63,01	61,23
DRC = MC/VG	DENSIDAD REAL DEL CEMENTO	gr./cm³	2,860	2,940
P = (DRC1 + DRC2) / 2	DENSIDAD REAL PROMEDIO DEL CEMENTO	gr./cm³	2,900	

Tabla 18. Densidad Real del Cemento

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO			
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA			
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
 			
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES			
DOSIFICACIÓN DEL HORMIGÓN MÉTODO DE LA DENSIDAD ÓPTIMA			
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato		
REALIZADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval	DATOS DE TABLAS	
FECHA:	01/09/2016	w / c	0,56
DATOS DE ENSAYO		CP en %	%POV +2% + 8%POV
f _c	240 gr/cm ²	CÁLCULOS	
Asentamiento	7 cm	DRAg	2,612 kg/dm ³
DRC	2,9 gr/cm ³	POV	30,360 %
DRA	2,58 gr/cm ³	CP	347,887 dm ³
DRR	2,63 gr/cm ³	C	384,478 kg
POA	36 %	W	215,308 lts
POR	64 %	A	605,683 kg
DOMAg	1,819 gr/cm ³	R	1097,637 kg
DOSIFICACIÓN AL PESO			
MATERIAL	CANTIDAD EN (KG) POR CADA M3 DE HORMIGÓN	DOSIFICACIÓN	CANTIDAD EN (kg) POR SACO DE CEMENTO DE 50kg.
W	215,308	0,56	28,00
C	384,478	1,00	50,00
A	605,683	1,58	78,77
R	1097,637	2,85	142,74
TOTAL	2303,106	kg./m³ Densidad del Hormigón	
NOMENCLATURA			
DRC	Densidad Real del Cemento	POV	Porcentaje Óptimo de Vacíos
DRA	Densidad Real de la Arena	CP	Cantidad de Pasta
DRR	Densidad Real del Ripio	C	Cantidad de Cemento
POA	Porcentaje Óptimo Arena	W	Cantidad de Agua
POR	Porcentaje Óptimo Ripio	A	Cantidad de Arena
DOMAg	Densidad Óptima de la mezcla	R	Cantidad de Ripio
w / c	Relación Agua/Cemento	C.A.	Capacidad de Absorción
CP en %	Porcentaje de Cantidad de Pasta	C.H.	Contenido de Humedad 24 h. antes
DRAg	Densidad Real de la mezcla		

Tabla 19. Dosificación del Hormigón

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

Procedimiento:

1) Densidad real de los agregados (DRAg)

$$DRAg = DRA \cdot POA + DRR \cdot POR$$

$$DRAg = 2,58 \cdot 0,36 + 2,63 \cdot 0,64$$

$$DRAg = 2,612$$

2) Porcentaje óptimo de vacíos (POV)

$$POV = \frac{DRAg - DOMAg}{DRAg} * 100$$

$$POV = \frac{2,612 - 1,819}{2,612} * 100$$

$$POV = 30,36 \%$$

3) Cantidad de pasta (CP)

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)

Tabla 20. Cantidad de pasta según asentamiento del Hormigón

Fuente: GARZÓN M., “Seminario de Graduación, Investigación sobre el Modulo de Elasticidad del Hormigón”, Universidad Central del Ecuador, p.47, Quito

(2010).

$$CP \% = POV + 2 \% + 8 \% (POV)$$

$$CP \% = 30,36 \% + 2 \% + 8 \% (30,360)$$

$$CP \% = 34,788 \%$$

$$CP = \frac{CP\%}{100} * 1000 \text{ dm}^3$$

$$CP = \frac{34,788\%}{100} * 1000 \text{ dm}^3$$

$$CP = 347,88 \text{ dm}^3$$

4) Relación Agua/Cemento (W/C)

Se toma de la Tabla N°1 la relación Agua/Cemento correspondiente a la resistencia de 240 kg/cm².

$$W/C = 0,56$$

5) Cantidad de Cemento (C)

$$C = \frac{CP}{W/C + \frac{1}{DRC}}$$
$$C = \frac{347,88 \text{ dm}^3}{0,56 + \frac{1}{2,9 \text{ kg/dm}^3}}$$
$$C = 384,478 \text{ kg}$$

6) Cantidad de agua (W)

$$W = \frac{W}{C} * C$$
$$W = 0,56 * 384,478 \text{ kg}$$
$$W = 215,308 \text{ lt para } 1 \text{ m}^3 \text{ de H}^\circ$$

7) Cantidad de arena (A)

$$A = (VH^\circ - CP) * DRA * POA$$
$$A = (1000 - 347,887 \text{ dm}^3) * 2,58 \text{ kg/dm}^3 * 0,36$$
$$A = 605,683 \text{ kg}$$

8) Cantidad de ripio (R)

$$R = (VH^\circ - CP) * DRR * POR$$
$$R = (1000 - 347,887 \text{ dm}^3) * 2,63 \text{ kg/dm}^3 * 0,64$$
$$R = 1097,637 \text{ kg}$$

9) Dosificación

Para determinar la dosificación al peso que proporcione cada material un factor para cualquier volumen a dosificar:

$$\text{Dosificación al Peso} = \frac{\text{Cantidad de Material}}{\text{Cantidad de Cemento}}$$

Dosificación al peso

$$W = \frac{215,308}{384,478} = 0,56$$

$$C = \frac{384,478}{384,478} = 1$$

$$A = \frac{605,683}{384,478} = 1,58$$

$$R = \frac{1097,637}{384,478} = 2,85$$

Dosificación para seis probetas cilíndricas de hormigón

Se toman las medidas de cada molde para elaboración de las probetas de hormigón, tanto la altura como el diámetro. En este caso tomaremos la medida para seis cilindros debido a que tres cilindros serán para el ensayo a tracción y tres para el ensayo a compresión.



Grafico 6: Medidas de Cilindros

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin

Datos:

\emptyset = Diámetro del cilindro = 0,15 m

h = Altura del cilindro = 0,30 m

n = Numero de cilindros = 6

$$V = \frac{\pi * \emptyset^2}{4} * h * n$$

$$V = \frac{\pi * (0,15m)^2}{4} * 0,30 m * 6$$

$$V = 0,0318 m^3 \text{ de Hormigón}$$

Para 1 m³ de Hormigón → 384,478 kg de cemento

0,0318 m³ de hormigón → **x kg de cemento**

$$X = \frac{0,0318 m^3 * 384,478 kg}{1 m^3} = 12,23 kg$$

Para determinar la cantidad de agua, arena y ripio se multiplica la cantidad de cemento por cada factor del material.

C = 12,23 kg de cemento

W = 12,23 * 0,56 = 6,85 lt de agua

A = 12,23 * 1,58 = 19,27 kg de arena

R = 12,23 * 2,85 = 34,91 kg de ripio

Dosificación para una probeta de hormigón

C = 12,23 kg ÷ 6 = 2,04 kg de cemento

W = 6,85 lt ÷ 6 = 1,14 lt de agua

A = 19,27 kg ÷ 6 = 3,21 kg de arena

R = 34,91 kg ÷ 6 = 5,82kg de ripio

Dosificación para todas las probetas de hormigón (126)

Datos:

\emptyset = Diámetro del cilindro = 0,15 m

h = Altura del cilindro = 0,30 m

n = Numero de cilindros = 126

$$V = \frac{\pi * \emptyset^2}{4} * h * n$$

$$V = \frac{\pi * (0,15m)^2}{4} * 0,30 m * 126$$

$$V = 0,668 m^3 \text{ de Hormigón}$$

Para 1 m³ de Hormigón → 384,478 kg de cemento

0,668 m³ de hormigón → x kg de cemento

$$X = \frac{0,668 m^3 * 384,478 kg}{1 m^3} = 256,83 kg$$

Para determinar la cantidad de agua, arena y ripio se multiplica la cantidad de cemento por cada factor del material.

C = 256,83 kg de cemento = 5,14 sacos de cemento de 50kg

W = 256,83 * 0,56 = 143,82 lt de agua

A = 256,83 * 1,58 = 405,79 kg de arena = 8,12 sacos de arena de 50kg

R = 256,83 * 2,85 = 731,96 kg de ripio = 14,64 sacos de ripio de 50kg

Dosificación para una probeta de hormigón con la adición de fibras y virutas de acero en 1%, 1,25% y 1,5 %.

Adición = (C+A+R+% adición) / 100

Adición = (2,04+3,21+5,82+1%) / 100 = 0,121 kg

Adición = (2,04+3,21+5,82+1,25%) / 100 = 0,123 kg

Adición = (2,04+3,21+5,82+1,5%) / 100 = 0,126 kg.



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



ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES

CORRECCIÓN A LA DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$

ORIGEN: Cantera la Península- Ambato

REALIZADO POR: Egdo. Franklin Sandoval

FECHA: 02/09/2016

CANTIDAD DE CEMENTO PARA HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ NECESARIO POR DOSIFICACIÓN (6 Cilindros)

VOLUMEN DE HORMIGÓN NECESARIO PARA CILINDROS	0,032	[m ³]
VOLUMEN DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ NECESARIO POR DOSIFICACIÓN	0,032	[m ³]
CANTIDAD DE CEMENTO PARA 1 m ³ DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	384,48	[kg]
CANTIDAD DE CEMENTO PARA HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	12,23	[kg]

CORRECCIÓN A LA DOSIFICACIÓN DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$

MATERIAL	DOSIFICACIÓN AL PESO	DOSIFICACIÓN POR VOLUMEN	C.A.	C.H.	CORRECCIÓN		CANTIDADES	DOSIFICACIÓN CORREGIDO
			[%]	[%]	[%]	[kg]	[kg]	
W	0,56	6,85	-	-	-	0,28	7,13	0,58
C	1,00	12,23	-	-	-	-	12,23	1,00
A	1,58	19,27	1,47	0,00	1,47	0,28	18,98	1,55
R	2,85	34,91	0,76	0,76	0,00	0,00	34,91	2,85

NOMENCLATURA

C.A. Capacidad de Absorción

C.H. Contenido de Humedad con muestras de 24 h. antes

C Cemento

W Agua

A Arena

R Ripio

Tabla 21. Corrección de la Dosificación de Hormigón

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



Realizado por:	Egdo. Franklin Sandoval	Proyecto:	Proyecto experimental
Solicitado por:	Ing. Mg. Carlos Navarro	Fecha:	02/09/2016
Norma:	Método de la universidad central	Origen:	Cantera de la península – Ambato

Cantidad de probetas a realizar en el proyecto experimental

HORMIGÓN DE F^c = 240 kg/cm²				
ADICIONAMIENTO DE ACERO COMERCIAL RECICLADO				
Edad	Porcentajes	Hormigón normal	Hormigón con VIRUTAS DE ACERO	Hormigón con FIBRAS DE ACERO
7 Días	0 %	6	-	-
	1 %	-	6	6
	1,25 %	-	6	6
	1,5 %	-	6	6
14 Días	0 %	6	-	-
	1 %	-	6	6
	1,25 %	-	6	6
	1,5 %	-	6	6
28 Días	0 %	6	-	-
	1 %	-	6	6
	1,25 %	-	6	6
	1,5 %	-	6	6
Numero de probetas		18	54	54
Total		126		

Tabla 22. Cantidad de Probetas a Realizar en el Proyecto Experimental

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



Realizado por:	Egdo. Franklin Sandoval	Proyecto:	Proyecto experimental
Solicitado por:	Ing. Mg. Carlos Navarro	Fecha:	02/09/2016
Norma:	Método de la Universidad Central	Origen:	Cantera de la península – Ambato

Cantidad de Adicionamiento de Virutas de Acero Comercial Fundido Reciclado y Fibra de Acero Comercial para un Cilindro

VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO RECICLADO				
	0%	1%	1,25%	1,5%
Acero adicionado	0,00 kg	0,121 kg	0,123 kg	0,126 kg
Cemento	2,04 kg	2,04 kg	2,04 kg	2,04 kg
Arena	3,21 kg	3,21 kg	3,21 kg	3,21 kg
Ripio	5,82 kg	5,82 kg	5,82 kg	5,82 kg
Agua	1,14 lt	1,14 lt	1,14 lt	1,14 lt
FIBRA DE ACERO COMERCIAL				
	0%	1%	1,25%	1,5%
Acero adicionado	0,00 kg	1,16 kg	1,22 kg	1,27 kg
Cemento	2,04 kg	2,04 kg	2,04 kg	2,04 kg
Arena	3,21 kg	3,21 kg	3,21 kg	3,21 kg
Ripio	5,82 kg	5,82 kg	5,82 kg	5,82 kg
Agua	1,14 lt	1,14 lt	1,14 lt	1,14 lt

Tabla 23. Cantidad de Adicionamiento de Virutas de Acero Comercial Fundido Reciclado y Fibra de Acero Comercial para un cilindro

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO EN CILINDROS DE HORMIGÓN CON $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 7 DIAS DE EDAD										ADICIÓN	VIRUTA
ORIGEN: Cantera la Península- Ambato					NORMA: NTE INEN 1578 - NTE INEN 1579						
REALIZADO POR: Egdo. Franklin Sandoval					ALTURA DE CILINDRO [m]: 0,3						
PROBETA N°	% DE VIRUTAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	DIÁMETRO [cm]	MASA DEL RECIPIENTE LLENO DE HORMIGÓN [Kg]	MASA DEL RECIPIENTE VACÍO [Kg]	PESO CILINDRO [Kg]	TRABAJABILIDAD	ENSAYO	HOMOGENEIDAD	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA [Kg/m ³]
1	1,00	03/10/2016	15,10	24,5	11,2	13,3	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2478,24	2484,65
2			15,10	24,8	11,6	13,2				2461,67	
3			15,20	24,7	11,4	13,3				2440,60	
4	1,00	03/10/2016	15,00	24,8	11,5	13,3	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2499,89	2509,13
5			15,10	24,8	11,4	13,4				2494,81	
6			15,00	24,8	11,4	13,4				2532,71	
7	1,25	03/10/2016	15,00	24,7	11,4	13,3	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2510,83	2507,00
8			15,10	24,6	11,2	13,4				2496,85	
9			15,20	24,8	11,6	13,2				2424,61	
10	1,25	03/10/2016	15,00	25,1	11,5	13,6	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2556,48	2536,57
11			15,20	24,9	11,4	13,5				2477,34	
12			15,00	25,0	11,3	13,7				2575,91	
13	1,50	03/10/2016	15,20	24,6	11,4	13,2	MEDIA	COMPRESIÓN	MEDIA	2420,21	2452,89
14			15,00	24,8	11,6	13,2				2494,61	
15			15,10	24,6	11,4	13,2				2452,55	
16	1,50	03/10/2016	15,30	24,7	11,4	13,3	MEDIA	TRACCIÓN	MEDIA	2410,07	2449,99
17			15,10	24,7	11,2	13,5				2515,47	
18			15,10	24,6	11,6	13,0				2424,45	

Tabla 24. Propiedades del Hormigón Fresco a los 7 Días Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO EN CILINDROS DE HORMIGÓN CON $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 14 DÍAS DE EDAD										ADICIÓN	VIRUTA
ORIGEN:						NORMA: NTE INEN 1578 - NTE INEN 1579					
REALIZADO POR:						ALTURA DE CILINDRO [m]: 0,3					
PROBETA N°	% DE VIRUTAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	DIÁMETRO [cm]	MASA DEL RECIPIENTE LLENO DE HORMIGÓN [Kg]	MASA DEL RECIPIENTE VACÍO [Kg]	PESO CILINDRO [Kg]	TRABAJABILIDAD	ENSAYO	HOMOGENEIDAD	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA [Kg/m ³]
1	1,00	28/09/2016	15,10	24,8	11,3	13,5	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2506,53	2501,43
2			15,10	24,9	11,4	13,5				2513,42	
3			15,30	24,9	11,4	13,5				2446,33	
4	1,00	28/09/2016	15,00	25,0	11,6	13,4	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2532,33	2514,10
5			15,10	24,8	11,4	13,4				2496,11	
6			15,00	24,7	11,4	13,3				2513,85	
7	1,25	28/09/2016	15,00	25,0	11,5	13,5	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2537,61	2501,79
8			15,00	24,6	11,4	13,2				2491,97	
9			15,20	24,9	11,4	13,5				2477,34	
10	1,25	28/09/2016	15,20	25,0	11,6	13,4	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2461,35	2501,28
11			15,10	24,6	11,2	13,4				2496,85	
12			15,10	25,1	11,4	13,7				2545,62	
13	1,50	28/09/2016	15,00	24,6	11,3	13,3	MEDIA	COMPRESIÓN	MEDIA	2500,45	2467,94
14			15,20	24,6	11,4	13,2				2420,21	
15			15,10	24,7	11,4	13,3				2483,27	
16	1,50	28/09/2016	15,20	24,9	11,5	13,4	MEDIA	TRACCIÓN	MEDIA	2461,35	2467,90
17			15,10	24,8	11,6	13,2				2461,67	
18			15,10	24,7	11,4	13,3				2480,66	

Tabla 25. Propiedades del Hormigón Fresco a los 14 Días Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO EN CILINDROS DE HORMIGÓN CON $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 28 DÍAS DE EDAD										ADICIÓN	VIRUTA
ORIGEN: Cantera la Península - Ambato					NORMA: NTE INEN 1578 - NTE INEN 1579						
REALIZADO POR: Egdo. Franklin Sandoval					ALTURA DE CILINDRO [m]: 0,3						
PROBETA N°	% DE VIRUTAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	DIÁMETRO [cm]	MASA DEL RECIPIENTE LLENO DE HORMIGÓN [Kg]	MASA DEL RECIPIENTE VACÍO [Kg]	PESO CILINDRO [Kg]	TRABAJABILIDAD	ENSAYO	HOMOGENEIDAD	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA [Kg/m ³]
1	1,00	20/09/2016	15,10	24,7	11,4	13,3	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2476,19	2449,17
2			15,20	24,6	11,4	13,2				2420,21	
3			15,00	24,4	11,3	13,1				2462,73	
4	1,00	20/09/2016	15,10	24,7	11,6	13,1	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2443,06	2445,29
5			15,10	24,5	11,4	13,1				2433,94	
6			15,10	24,6	11,4	13,2				2458,88	
7	1,25	20/09/2016	15,20	24,9	11,4	13,5	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2477,34	2521,88
8			15,00	25,1	11,6	13,5				2551,19	
9			15,00	24,9	11,5	13,4				2518,75	
10	1,25	20/09/2016	15,20	20,5	6,7	13,8	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2526,38	2528,00
11			15,00	24,7	11,4	13,3				2513,85	
12			15,10	25,0	11,3	13,7				2543,76	
13	1,50	20/09/2016	15,20	24,8	11,5	13,3	MEDIA	COMPRESIÓN	MEDIA	2442,62	2465,19
14			15,20	24,9	11,5	13,4				2461,35	
15			15,20	24,9	11,5	13,4				2461,35	
16	1,50	20/09/2016	15,10	24,8	11,4	13,4	MEDIA	TRACCIÓN	MEDIA	2501,88	2475,27
17			15,00	24,7	11,4	13,3				2510,83	
18			15,10	24,4	11,4	13,0				2413,09	

Tabla 26. Propiedades del Hormigón Fresco a los 28 Días Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO EN CILINDROS DE HORMIGÓN CON $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 7 DIAS DE EDAD										ADICIÓN	FIBRAS
ORIGEN: Cantera la Península- Ambato						NORMA: NTE INEN 1578 - NTE INEN 1579					
REALIZADO POR: Egdo. Franklin Sandoval						ALTURA DE CILINDRO [m]: 0,3					
PROBETA N°	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	DIÁMETRO [cm]	MASA DEL RECIPIENTE LLENO DE HORMIGÓN [Kg]	MASA DEL RECIPIENTE VACÍO [Kg]	PESO CILINDRO [Kg]	TRABAJABILIDAD	ENSAYO	HOMOGENEIDAD	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA [Kg/m ³]
1	1,00	04/10/2016	15,30	24,6	11,4	13,2	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2391,94	2483,32
2			15,10	24,6	11,4	13,2				2458,88	
3			15,00	24,7	11,6	13,1				2475,74	
4	1,00	04/10/2016	15,10	24,9	11,4	13,5	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2513,42	2524,45
5			15,10	25,0	11,4	13,6				2539,11	
6			15,00	24,8	11,4	13,4				2520,83	
7	1,25	04/10/2016	15,00	24,6	11,4	13,2	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2494,98	2458,84
8			15,20	24,8	11,6	13,2				2424,61	
9			15,20	24,6	11,4	13,2				2422,23	
10	1,25	04/10/2016	15,10	24,7	11,6	13,1	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2443,06	2470,40
11			15,10	24,9	11,3	13,6				2525,15	
12			15,20	24,8	11,5	13,3				2442,98	
13	1,50	04/10/2016	15,10	24,6	11,4	13,2	MEDIA	COMPRESIÓN	MEDIA	2450,32	2481,09
14			15,10	24,8	11,4	13,4				2489,78	
15			15,20	24,7	11,4	13,3				2438,58	
16	1,50	04/10/2016	15,00	24,6	11,3	13,3	MEDIA	TRACCIÓN	MEDIA	2500,45	2502,63
17			15,10	24,7	11,2	13,5				2515,47	
18			15,00	24,6	11,4	13,2				2491,97	

Tabla 27. Propiedades del Hormigón Fresco a los 7 Días Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO EN CILINDROS DE HORMIGÓN CON $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 14 DÍAS DE EDAD										ADICIÓN	FIBRAS
ORIGEN: Cantera la Península- Ambato						NORMA: NTE INEN 1578 - NTE INEN 1579					
REALIZADO POR: Egdo. Franklin Sandoval						ALTURA DE CILINDRO [m]: 0,3					
PROBETA N°	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	DIÁMETRO [cm]	MASA DEL RECIPIENTE LLENO DE HORMIGÓN [Kg]	MASA DEL RECIPIENTE VACÍO [Kg]	PESO CILINDRO [Kg]	TRABAJABILIDAD	ENSAYO	HOMOGENEIDAD	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA [Kg/m ³]
1	1,00	29/09/2016	15,30	24,8	11,4	13,4	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2428,20	2480,01
2			15,10	24,6	11,4	13,2				2458,88	
3			15,00	24,6	11,6	13,0				2456,88	
4	1,00	29/09/2016	15,10	24,7	11,4	13,3	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2476,19	2512,04
5			15,10	25,0	11,4	13,6				2539,11	
6			15,00	24,8	11,4	13,4				2520,83	
7	1,25	29/09/2016	15,00	24,6	11,4	13,2	MEDIA	COMPRESIÓN	MEDIA	2494,98	2449,57
8			15,20	24,8	11,6	13,2				2424,61	
9			15,20	24,5	11,4	13,1				2403,86	
10	1,25	29/09/2016	15,10	24,7	11,6	13,1	MEDIA	TRACCIÓN	MEDIA	2443,06	2457,99
11			15,10	24,7	11,3	13,4				2487,92	
12			15,20	24,8	11,5	13,3				2442,98	
13	1,50	29/09/2016	15,10	24,6	11,4	13,2	MALA	COMPRESIÓN	MEDIA	2450,32	2465,58
14			15,10	24,6	11,4	13,2				2452,55	
15			15,20	24,7	11,4	13,3				2438,58	
16	1,50	29/09/2016	15,00	24,6	11,3	13,3	MALA	TRACCIÓN	MEDIA	2500,45	2484,02
17			15,10	24,4	11,2	13,2				2459,63	
18			15,00	24,6	11,4	13,2				2491,97	

Tabla 28. Propiedades del Hormigón Fresco a los 14 Días Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO EN CILINDROS DE HORMIGÓN CON $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 28 DÍAS DE EDAD							ADICIÓN	FIBRAS			
ORIGEN:			Cantera la Península- Ambato				NORMA: NTE INEN 1578 - NTE INEN 1579				
REALIZADO POR:			Egdo. Franklin Sandoval				ALTURA DE CILINDRO [m]: 0,3				
PROBETA N°	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	DIÁMETRO [cm]	MASA DEL RECIPIENTE LLENO DE HORMIGÓN [Kg]	MASA DEL RECIPIENTE VACÍO [Kg]	PESO CILINDRO [Kg]	TRABAJABILIDAD	ENSAYO	HOMOGENEIDAD	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA [Kg/m ³]
1	1,00	21/09/2016	15,20	23,5	11,5	12,0	MEDIA	COMPRESIÓN	BUENA	2204,18	2175,32
2			15,20	23,7	11,6	12,1				2222,55	
3			15,30	22,4	11,2	11,2				2033,14	
4	1,00	21/09/2016	15,10	23,6	11,6	12,0	MEDIA	TRACCIÓN	BUENA	2238,31	2197,36
5			15,10	23,0	11,2	11,8				2199,03	
6			15,10	23,0	11,4	11,6				2154,73	
7	1,25	21/09/2016	15,20	24,9	11,6	13,3	MEDIA	COMPRESIÓN	MEDIA	2442,98	2486,32
8			15,00	24,8	11,5	13,3				2499,89	
9			15,00	24,5	11,3	13,2				2481,59	
10	1,25	21/09/2016	15,00	24,6	11,4	13,2	MEDIA	TRACCIÓN	MEDIA	2494,98	2497,83
11			15,00	24,6	11,4	13,2				2491,97	
12			15,10	24,8	11,3	13,5				2506,53	
13	1,50	21/09/2016	15,00	24,5	11,6	12,9	MALA	COMPRESIÓN	MEDIA	2438,02	2433,26
14			15,20	24,6	11,4	13,2				2422,23	
15			15,10	24,5	11,4	13,1				2431,71	
16	1,50	21/09/2016	15,10	24,5	11,4	13,1	MALA	TRACCIÓN	MEDIA	2446,97	2435,86
17			15,10	24,4	11,4	13,0				2420,35	
18			15,10	24,5	11,4	13,1				2440,27	

Tabla 29. Propiedades del Hormigón Fresco a los 28 Días Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



PROPIEDADES DEL HORMIGÓN EN ESTADO FRESCO EN CILINDROS DE HORMIGÓN CON $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$							ADICIÓN	SIN ADICIÓN			
ORIGEN: Cantera la Península - Ambato							NORMA: NTE INEN 1578 - NTE INEN 1579				
REALIZADO POR: Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]: 0,3				
PROBETA N°	EDAD DÍAS	FECHA DE ELABORACIÓN	DIÁMETRO [cm]	MASA DEL RECIPIENTE LLENO DE HORMIGÓN [Kg]	MASA DEL RECIPIENTE VACÍO [Kg]	PESO CILINDRO [Kg]	TRABAJABILIDAD	ENSAYO	HOMOGENEIDAD	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA [Kg/m ³]
1	7	26/09/2016	15,10	24,0	11,3	12,6	BUENA	COMPRESIÓN	BUENA	2353,90	2341,71
2			15,10	23,9	11,4	12,5				2322,26	
3			15,00	24,0	11,5	12,5				2348,99	
4	7	26/09/2016	15,00	24,3	11,6	12,7	BUENA	TRACCIÓN	BUENA	2400,29	2387,42
5			15,10	24,2	11,4	12,8				2379,40	
6			15,10	24,2	11,4	12,8				2382,57	
7	14	26/09/2016	15,00	23,8	11,4	12,4	BUENA	COMPRESIÓN	BUENA	2341,06	2347,94
8			15,00	23,9	11,4	12,5				2353,51	
9			15,10	24,0	11,4	12,6				2349,25	
10	14	26/09/2016	15,30	24,3	11,4	12,9	BUENA	TRACCIÓN	BUENA	2337,55	2369,64
11			15,00	24,0	11,3	12,6				2383,50	
12			15,20	24,6	11,6	13,0				2387,88	
13	28	26/09/2016	15,20	23,9	11,4	12,5	BUENA	COMPRESIÓN	BUENA	2295,29	2306,80
14			15,10	23,6	11,2	12,4				2310,72	
15			15,20	24,1	11,5	12,6				2314,40	
16	28	26/09/2016	15,10	24,2	11,6	12,6	BUENA	TRACCIÓN	BUENA	2349,99	2355,06
17			15,20	24,3	11,4	12,8				2357,93	
18			15,10	24,1	11,4	12,7				2357,25	

Tabla 30. Propiedades del Hormigón Fresco.

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 												
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 7 DÍAS DE EDAD										ADICIÓN	VIRUTA	
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato							NORMA	NTE INEN 1573 - ASTM C 39			
REALIZADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]	0,3			
PROBETA N°	% DE VIRUTAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO COMPRESIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	03/10/2016	10/10/2016	15,10	179,08	12,8	2382,57	2390,60	310,20	31631,60	176,64	169,16
2				15,10	179,08	12,9	2401,18		305,30	31131,94	173,85	
3				15,20	181,46	13	2388,06		279,40	28490,87	157,01	
4	1,25	03/10/2016	10/10/2016	15,00	176,71	12,8	2414,44	2413,55	296,80	30265,18	171,27	163,03
5				15,10	179,08	13	2419,79		282,40	28796,79	160,81	
6				15,20	181,46	13,1	2406,43		279,40	28490,87	157,01	
7	1,50	03/10/2016	10/10/2016	15,20	181,46	12,8	2351,32	2420,17	277,40	28286,93	155,89	160,58
8				15,00	176,71	13	2452,17		289,80	29551,38	167,23	
9				15,10	179,08	13,2	2457,02		278,60	28409,29	158,64	

Tabla 31. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 7 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 14 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	VIRUTA
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato						NORMA		NTE INEN 1573 - ASTM C 39			
REALIZADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval						ALTURA DE CILINDRO [m]		0,3			
PROBETA N°	% DE VIRUTAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO COMPRESIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	28/09/2016	12/10/2016	15,10	179,08	13,3	2475,63	2454,20	310,20	31631,60	176,64	204,91
2				15,10	179,08	13,3	2475,63		378,20	38565,67	215,36	
3				15,30	183,85	13,3	2411,34		401,60	40951,80	222,74	
4	1,25	28/09/2016	12/10/2016	15,00	176,71	13,2	2489,89	2461,74	365,30	37250,23	210,79	210,63
5				15,00	176,71	13	2452,17		362,50	36964,71	209,18	
6				15,20	181,46	13,3	2443,17		377,10	38453,50	211,91	
7	1,50	28/09/2016	12/10/2016	15,00	176,71	12,8	2414,44	2430,80	335,30	34191,08	193,48	202,65
8				15,20	181,46	13	2388,06		383,80	39136,71	215,68	
9				15,00	176,71	13,2	2489,89		344,50	35129,22	198,79	

Tabla 32. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 14 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 28 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	VIRUTA
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato						NORMA		NTE INEN 1573 - ASTM C 39			
REALIZADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval						ALTURA DE CILINDRO [m]		0,3			
PROBETA N°	% DE VIRUTAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO COMPRESIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	20/09/2016	18/10/2016	15,10	179,08	12,8	2382,57	2401,47	465,50	47467,79	265,07	245,44
2				15,20	181,46	12,9	2369,69		384,20	39177,50	215,90	
3				15,00	176,71	13	2452,17		442,50	45122,44	255,34	
4	1,25	20/09/2016	18/10/2016	15,20	181,46	12,8	2351,32	2424,84	513,90	52403,22	288,79	281,20
5				15,00	176,71	13	2452,17		450,60	45948,41	260,01	
6				15,00	176,71	13,1	2471,03		510,90	52097,30	294,81	
7	1,50	20/09/2016	18/10/2016	15,20	181,46	12,8	2351,32	2388,06	488,70	49833,53	274,63	276,39
8				15,20	181,46	13	2388,06		515,00	52515,38	289,41	
9				15,20	181,46	13,2	2424,80		471,80	48110,21	265,13	

Tabla 33. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 28 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 7 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	FIBRAS
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato							NORMA		NTE INEN 1573 - ASTM C 39		
REALIZADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]		0,3		
PROBETA N°	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO COMPRESIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	04/10/2016	11/10/2016	15,30	183,85	13	2356,94	2416,00	282,50	28806,98	156,68	161,12
2				15,10	179,08	12,9	2401,18		278,20	28368,51	158,41	
3				15,00	176,71	13,2	2489,89		291,60	29734,92	168,27	
4	1,25	04/10/2016	11/10/2016	15,00	176,71	12,8	2414,44	2390,73	268,90	27420,17	155,17	158,42
5				15,20	181,46	13	2388,06		292,50	29826,70	164,37	
6				15,20	181,46	12,9	2369,69		277,10	28256,34	155,72	
7	1,50	04/10/2016	11/10/2016	15,10	179,08	13,1	2438,41	2403,17	301,00	30693,46	171,40	179,38
8				15,10	179,08	13	2419,79		323,80	33018,41	184,38	
9				15,20	181,46	12,8	2351,32		324,50	33089,79	182,35	

Tabla 34. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 7 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 14 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	FIBRAS
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato							NORMA	NTE INEN 1573 - ASTM C 39			
REALIZADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]	0,3			
PROBETA N°	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO COMPRESIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	29/09/2016	13/10/2016	15,30	183,85	13,1	2375,07	2434,37	338,90	34558,18	187,97	200,18
2				15,10	179,08	13,2	2457,02		374,10	38147,58	213,02	
3				15,00	176,71	13,1	2471,03		345,80	35261,79	199,54	
4	1,25	29/09/2016	13/10/2016	15,00	176,71	12,8	2414,44	2372,36	325,30	33171,37	187,71	193,67
5				15,20	181,46	12,9	2369,69		367,10	37433,78	206,29	
6				15,20	181,46	12,7	2332,95		332,80	33936,16	187,02	
7	1,50	29/09/2016	13/10/2016	15,10	179,08	13	2419,79	2396,81	382,50	39004,15	217,80	205,32
8				15,10	179,08	12,8	2382,57		332,30	33885,17	189,22	
9				15,20	181,46	13	2388,06		371,80	37913,05	208,94	

Tabla 35. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 14 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 												
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 28 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	FIBRAS
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato							NORMA	NTE INEN 1573 - ASTM C 39			
REALIZADO POR:	Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]	0,3			
PROBETA N°	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO COMPRESIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	21/09/2016	19/10/2016	15,20	181,46	11,8	2167,62	2134,35	462,90	47202,66	260,13	243,51
2				15,20	181,46	12,2	2241,10		410,00	41808,36	230,40	
3				15,30	183,85	11	1994,34		432,70	44123,12	239,99	
4	1,25	21/09/2016	19/10/2016	15,20	181,46	13	2388,06	2424,51	472,60	48191,79	265,58	250,64
5				15,00	176,71	13,1	2471,03		431,90	44041,54	249,22	
6				15,00	176,71	12,8	2414,44		410,90	41900,14	237,11	
7	1,50	21/09/2016	19/10/2016	15,00	176,71	12,7	2395,58	2388,82	488,70	49833,53	282,00	258,56
8				15,20	181,46	12,9	2369,69		434,10	44265,88	243,95	
9				15,10	179,08	12,9	2401,18		438,60	44724,75	249,75	

Tabla 36. Ensayo a Compresión del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 28 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 												
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$								ADICIÓN		SIN ADICIÓN		
ORIGEN:		Cantera la Península- Ambato						NORMA		NTE INEN 1573 - ASTM C 39		
REALIZADO POR:		Egdo. Franklin Sandoval						ALTURA DE CILINDRO [m]		0,3		
PROBETA N°	EDAD DÍAS	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO COMPRESIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	7	26/09/2016	03/10/2016	15,10	179,08	12,2	2270,88	2274,81	294,20	30000,05	167,52	175,37
2				15,10	179,08	12,1	2252,27		310,90	31702,98	177,03	
3				15,00	176,71	12,2	2301,26		314,60	32080,27	181,54	
4	14	26/09/2016	10/10/2016	15,00	176,71	12,8	2414,44	2422,51	294,20	30000,05	169,77	176,10
5				15,00	176,71	12,9	2433,30		310,90	31702,98	179,40	
6				15,10	179,08	13	2419,79		314,60	32080,27	179,14	
7	28	21/09/2016	19/10/2016	15,20	181,46	12,1	2222,73	2238,62	420,20	42848,48	236,13	243,03
8				15,10	179,08	12	2233,66		431,60	44010,95	245,76	
9				15,20	181,46	12,3	2259,47		439,90	44857,32	247,20	

Tabla 37. Ensayo a Compresión del Hormigón Normal.

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 												
ENSAYO A TRACCIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 7 DÍAS DE EDAD										ADICIÓN	VIRUTA	
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato							NORMA		NTE INEN 1573 - ASTM C 39		
REALIZADO POR	Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]:		0,3		
PROBETA N°	% DE VIRUTAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO TRACCIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	03/10/2016	10/10/2016	15,10	179,08	12,9	2401,18	2403,01	162,70	16590,78	23,32	23,22
2				15,10	179,08	13	2419,79		151,70	15469,09	21,74	
3				15,20	181,46	13	2388,06		172,80	17620,70	24,60	
4	1,25	03/10/2016	10/10/2016	15,00	176,71	12,8	2414,44	2401,23	148,40	15132,59	21,41	21,49
5				15,10	179,08	12,9	2401,18		142,10	14490,17	20,36	
6				15,20	181,46	13	2388,06		159,40	16254,28	22,69	
7	1,50	03/10/2016	10/10/2016	15,20	181,46	13,2	2424,80	2419,84	157,40	16050,33	22,41	22,68
8				15,00	176,71	13	2452,17		149,80	15275,35	21,61	
9				15,10	179,08	12,8	2382,57		167,60	17090,44	24,02	

Tabla 38. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 7 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



ENSAYO A TRACCIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 14 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	VIRUTA
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato							NORMA		NTE INEN 1573 - ASTM C 39		
REALIZADO POR	Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]:		0,3		
PROBETA N°	% DE VIRUTAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO TRACCIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	28/09/2016	12/10/2016	15,00	176,71	13,2	2489,89	2460,07	167,20	17049,66	24,12	23,23
2				15,10	179,08	13,2	2457,02		173,70	17712,47	24,89	
3				15,00	176,71	12,9	2433,30		143,40	14622,73	20,69	
4	1,25	28/09/2016	12/10/2016	15,20	181,46	13,2	2424,80	2427,67	189,80	19354,21	27,02	25,12
5				15,10	179,08	13	2419,79		165,90	16917,09	23,77	
6				15,10	179,08	13,1	2438,41		171,40	17477,94	24,56	
7	1,50	28/09/2016	12/10/2016	15,20	181,46	13,2	2424,80	2402,85	162,50	16570,39	23,13	22,87
8				15,10	179,08	12,9	2401,18		164,20	16743,74	23,53	
9				15,10	179,08	12,8	2382,57		153,10	15611,86	21,94	

Tabla 39. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 14 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 												
ENSAYO A TRACCIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 28 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	VIRUTA
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato							NORMA			NTE INEN 1573 - ASTM C 39	
REALIZADO POR	Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]:			0,3	
PROBETA N°	% DE VIRUTAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO TRACCIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
1	1,00	20/09/2016	18/10/2016	15,10	179,08	13,1	2438,41	2438,41	206,90	21097,93	29,65	27,06
2				15,10	179,08	13	2419,79		170,60	17396,36	24,45	
3				15,10	179,08	13,2	2457,02		188,90	19262,44	27,07	
4	1,25	20/09/2016	18/10/2016	15,20	181,46	13,5	2479,91	2488,18	197,40	20129,20	28,10	28,61
5				15,00	176,71	13,4	2527,62		196,10	19996,63	28,29	
6				15,10	179,08	13,2	2457,02		205,40	20944,97	29,43	
7	1,50	20/09/2016	18/10/2016	15,10	179,08	13,3	2475,63	2455,49	225,50	22994,60	32,32	30,68
8				15,00	176,71	13,1	2471,03		189,60	19333,82	27,35	
9				15,10	179,08	13	2419,79		226,00	23045,59	32,39	

Tabla 40. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido a los 28 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



ENSAYO A TRACCIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 7 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	FIBRAS
ORIGEN:		Cantera la Península- Ambato						NORMA			NTE INEN 1573 - ASTM C 39	
REALIZADO POR		Egdo. Franklin Sandoval						ALTURA DE CILINDRO [m]:			0,3	
PROBETA Nº	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO TRACCIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	04/10/2016	11/10/2016	15,30	183,85	13	2356,94	2416,00	162,50	16570,39	22,98	22,03
2				15,10	179,08	12,9	2401,18		158,20	16131,91	22,67	
3				15,00	176,71	13,2	2489,89		141,60	14439,18	20,43	
4	1,25	04/10/2016	11/10/2016	15,00	176,71	12,8	2414,44	2390,73	148,90	15183,57	21,48	20,90
5				15,20	181,46	13	2388,06		152,50	15550,67	21,71	
6				15,20	181,46	12,9	2369,69		137,10	13980,31	19,52	
7	1,50	04/10/2016	11/10/2016	15,10	179,08	13,1	2438,41	2403,17	156,70	15978,95	22,46	21,69
8				15,10	179,08	13	2419,79		143,80	14663,52	20,61	
9				15,20	181,46	12,8	2351,32		154,50	15754,62	21,99	

Tabla 41. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 7 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.



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



ENSAYO A TRACCIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 14 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	FIBRAS
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato						NORMA			NTE INEN 1573 - ASTM C 39		
REALIZADO POR	Egdo. Franklin Sandoval						ALTURA DE CILINDRO [m]:			0,3		
PROBETA Nº	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO TRACCIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	29/09/2016	13/10/2016	15,10	179,08	13,2	2457,02	2474,02	156,30	15938,16	22,40	23,52
2				15,10	179,08	13,5	2512,86		180,00	18354,89	25,79	
3				15,00	176,71	13	2452,17		155,00	15805,60	22,36	
4	1,25	29/09/2016	13/10/2016	15,10	179,08	12,9	2401,18	2403,09	148,90	15183,57	21,34	22,54
5				15,10	179,08	13,1	2438,41		168,30	17161,82	24,12	
6				15,20	181,46	12,9	2369,69		155,60	15866,78	22,15	
7	1,50	29/09/2016	13/10/2016	15,00	176,71	12,8	2414,44	2403,81	157,90	16101,32	22,78	21,97
8				15,10	179,08	12,8	2382,57		156,20	15927,97	22,38	
9				15,00	176,71	12,8	2414,44		143,80	14663,52	20,74	

Tabla 42. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 14 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 												
ENSAYO A TRACCIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ A LOS 28 DÍAS DE EDAD											ADICIÓN	FIBRAS
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato							NORMA		NTE INEN 1573 - ASTM C 39		
REALIZADO POR	Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]:		0,3		
PROBETA Nº	% DE FIBRAS DE ACERO	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO TRACCIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	1,00	21/09/2016	19/10/2016	15,10	179,08	11,6	2159,20	2184,02	187,30	19099,28	26,84	27,81
2				15,10	179,08	12	2233,66		202,10	20608,46	28,96	
3				15,10	179,08	11,6	2159,20		192,70	19649,93	27,61	
4	1,25	21/09/2016	19/10/2016	15,00	176,71	13	2452,17	2441,29	176,60	18008,19	25,48	26,27
5				15,00	176,71	12,9	2433,30		174,00	17743,06	25,10	
6				15,10	179,08	13,1	2438,41		197,10	20098,61	28,25	
7	1,50	21/09/2016	19/10/2016	15,10	179,08	12,9	2401,18	2401,18	198,20	20210,78	28,40	28,96
8				15,10	179,08	12,9	2401,18		224,40	22882,43	32,16	
9				15,10	179,08	12,9	2401,18		183,60	18721,99	26,31	

Tabla 43. Ensayo a Tracción del Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido a los 28 Días

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 												
ENSAYO A TRACCIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$									ADICIÓN		SIN ADICIÓN	
ORIGEN:	Cantera la Península- Ambato							NORMA		NTE INEN 1573 - ASTM C 39		
REALIZADO POR	Egdo. Franklin Sandoval							ALTURA DE CILINDRO [m]:		0,3		
PROBETA N ^o	EDAD DÍAS	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIÁMETRO [cm]	ÁREA [cm ²]	PESO [Kg]	DENSIDAD [Kg/m ³]	DENSIDAD MEDIA	CARGA		ESFUERZO TRACCIÓN [Kg/cm ²]	ESFUERZO MEDIO [Kg/cm ²]
									KN	KG		
1	7	26/09/2016	03/10/2016	15,00	176,71	12,4	2338,99	2324,61	192,00	19578,55	27,70	27,12
2				15,10	179,08	12,4	2308,11		180,00	18354,89	25,79	
3				15,10	179,08	12,5	2326,72		194,40	19823,28	27,86	
4	14	26/09/2016	10/10/2016	15,30	183,85	12,4	2248,16	2288,17	171,80	17518,72	24,30	24,73
5				15,00	176,71	12,3	2320,13		168,10	17141,43	24,25	
6				15,20	181,46	12,5	2296,21		180,20	18375,29	25,65	
7	28	26/09/2016	24/10/2016	15,10	179,08	12,4	2308,11	2297,94	218,40	22270,60	31,30	27,58
8				15,20	181,46	12,5	2296,21		189,50	19323,62	26,98	
9				15,10	179,08	12,3	2289,50		170,80	17416,75	24,48	

Tabla 44. Ensayo a Tracción del Hormigón Normal.

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

4.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																					
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES																					
ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$																					
ORIGEN:		Cantera la Península- Ambato														PROYECTO:		PROYECTO EXPERIMENTAL			
REALIZADO POR:		Egdo. Franklin Sandoval														FECHA:		20/11/2016			
PROMEDIO	HORMIGÓN NORMAL (kg/cm^2)			HORMIGÓN CON VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO (kg/cm^2)									HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIAL (kg/cm^2)								
	0 % DE ADICION			1 % DE ADICION			1,25 % DE ADICION			1,5 % DE ADICION			1 % DE ADICION			1,25 % DE ADICION			1,5 % DE ADICION		
	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días
TOTAL	175,37	176,1	243,03	169,16	204,91	245,44	163,03	210,63	281,2	160,58	202,65	276,39	161,12	200,18	243,51	158,42	193,67	250,64	179,38	205,32	258,6

Tabla 45. Ensayo a Compresión del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido y Fibras de Acero Comercial

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL																					
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN Y COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN ADICIONANDO VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO Y EL HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIALES																					
ENSAYO A TRACCIÓN DE CILINDROS DE HORMIGÓN DE $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$																					
ORIGEN:		Cantera la Península- Ambato														PROYECTO:		PROYECTO EXPERIMENTAL			
REALIZADO POR:		Egdo. Franklin Sandoval														FECHA:		20/11/2016			
PROMEDIO	HORMIGÓN NORMAL (kg/cm^2)			HORMIGÓN CON VIRUTAS DE ACERO COMERCIAL FUNDIDO (kg/cm^2)									HORMIGÓN CON FIBRAS DE ACERO COMERCIAL (kg/cm^2)								
	0 % DE ADICION			1 % DE ADICION			1,25 % DE ADICION			1,5 % DE ADICION			1 % DE ADICION			1,25 % DE ADICION			1,5 % DE ADICION		
	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días	7 Días	14 Días	28 Días
TOTAL	27,12	24,73	27,58	23,22	23,23	27,06	21,49	25,12	28,61	22,68	22,87	30,68	22,03	23,52	27,81	20,9	22,54	26,27	21,69	21,97	28,96

Tabla 46. Ensayo a Tracción del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido y Fibras de Acero Comercial

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

ENSAYO A COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN

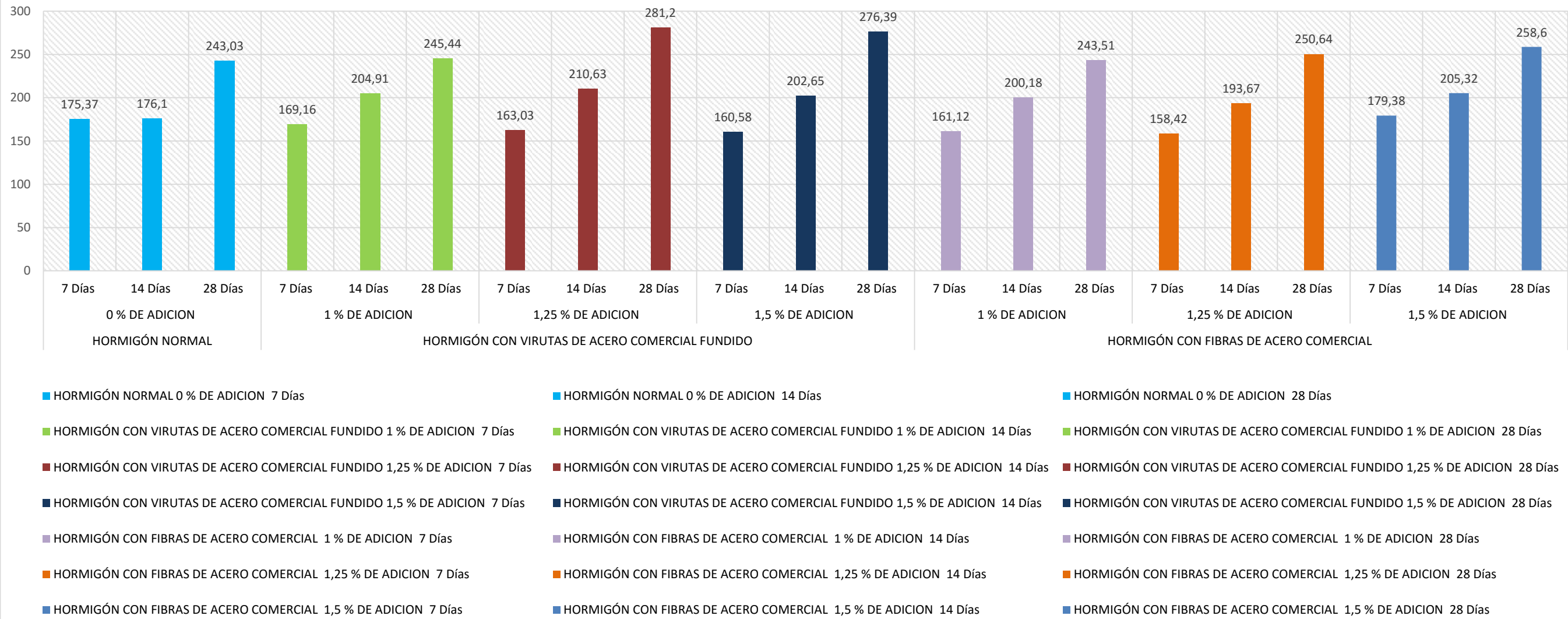


Grafico 7. Ensayo a Compresión del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido y Fibras de Acero Comercial

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

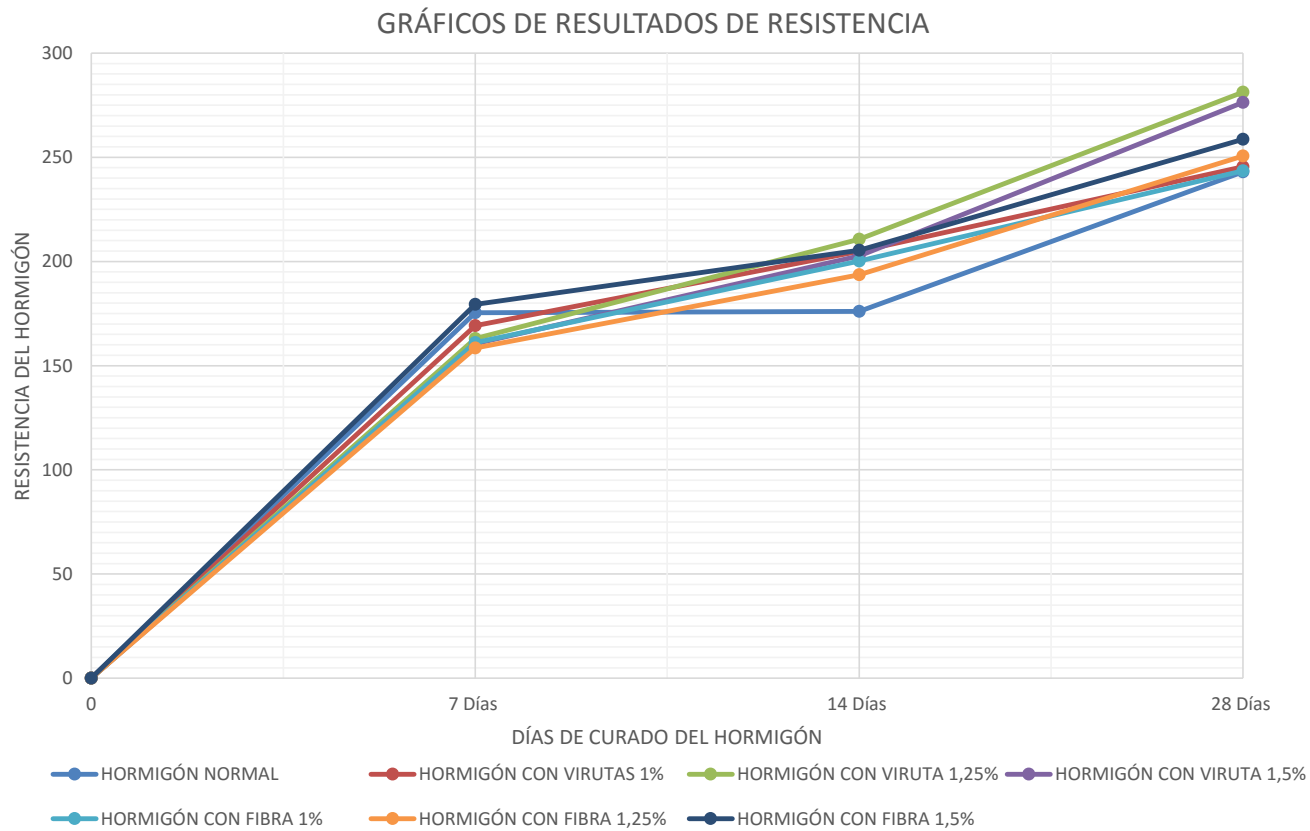


Grafico 8. Ensayo a Compresión del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Fibras de Acero Comercial Fundido y Fibras de Acero Comercial

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

ENSAYO A TRACCIÓN DEL HORMIGÓN

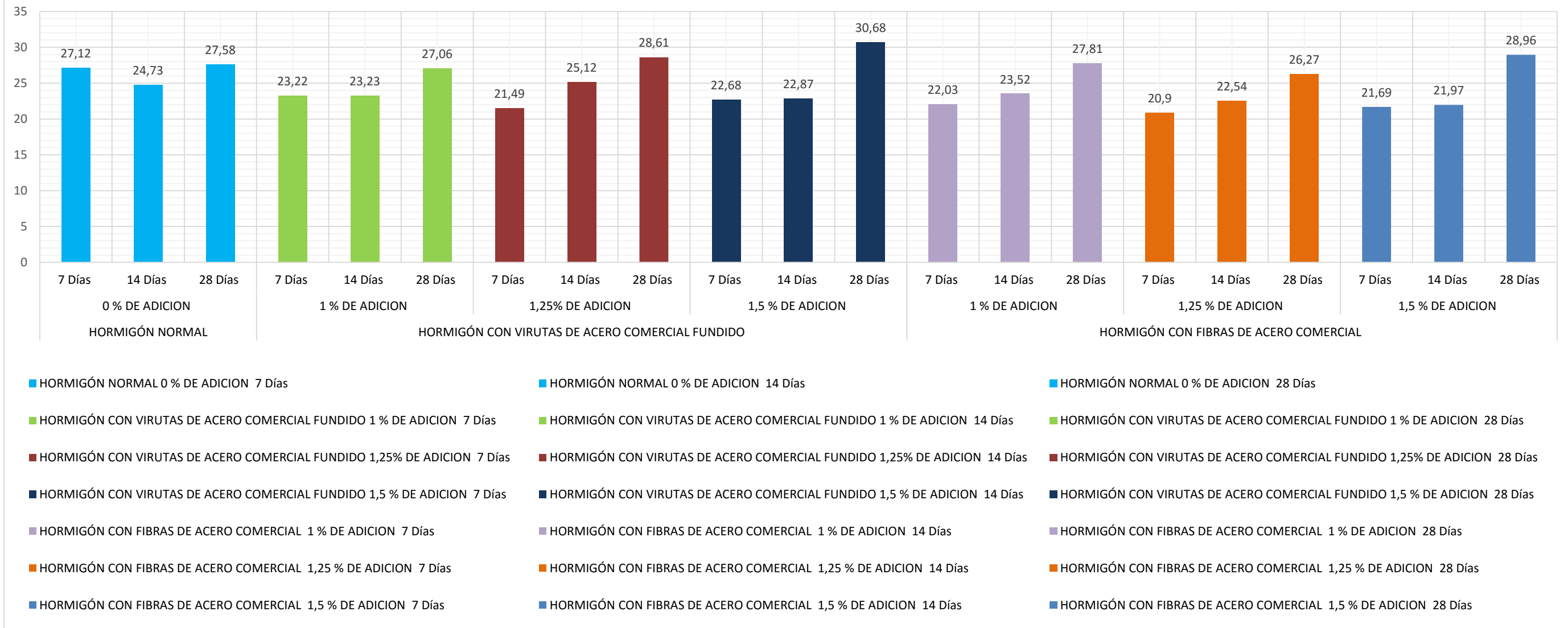


Grafico 9. Ensayo a Tracción del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido y Fibras de Acero Comercial

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

GRÁFICOS DE RESULTADOS DE RESISTENCIA

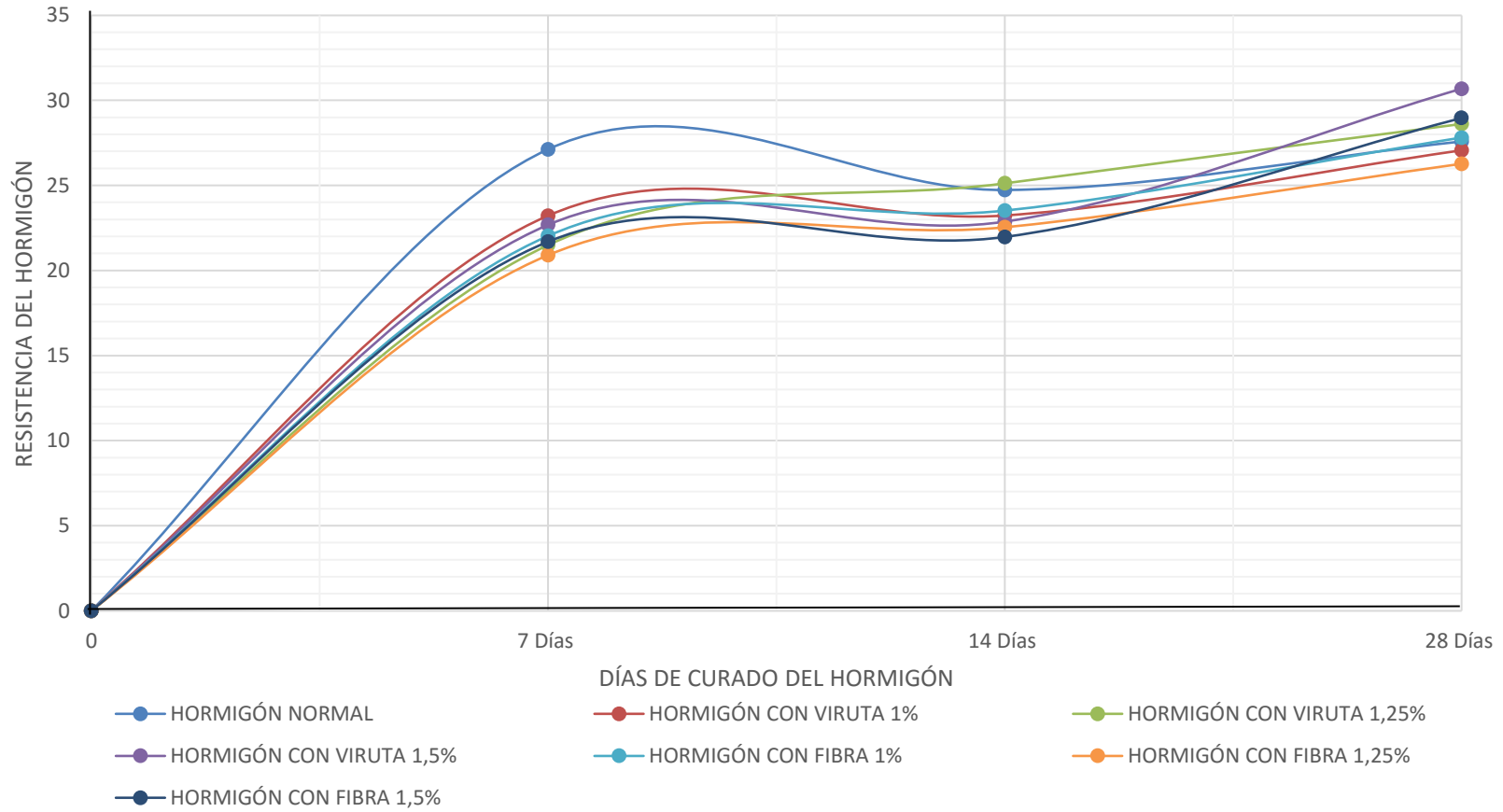


Grafico 10. Ensayo a Tracción del Hormigón Normal y Hormigón Adicionando Virutas de Acero Comercial Fundido

Fuente: Egdo. Sandoval Franklin.

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

HIPÓTESIS

Al añadir virutas de acero comercial fundido reciclado aumenta la resistencia a tracción y compresión en el hormigón, en comparación con el hormigón preparado con fibras de acero comerciales.

Hechos los ensayos de probetas cilíndricas de hormigón añadiendo a la mezcla virutas de acero comercial fundido reciclado y fibras de acero comerciales, se observa que la resistencia a compresión y tracción aumenta en comparación con el hormigón normal. A los 28 días de edad el hormigón normal alcanza el 100% de su resistencia, el hormigón añadido virutas de acero comercial fundido reciclado con el 1%, 1,25% y 1,5% alcanza el 102%, 117% y 115% respectivamente a compresión y alcanza el 100%, 103,7% y 111,1% respectivamente a tracción.

Se confirma que se obtienen resistencias superiores al hormigón normal y se asume que el porcentaje óptimo para trabajar adicionando a la mezcla de hormigón es el 1,25% de viruta de acero comercial fundido reciclado.

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

- Se determinó que con adiciones de virutas de acero comercial fundido reciclado y fibras de acero comercial fundido, la trabajabilidad del hormigón varía del hormigón normal dependiendo del aumento de adición siendo a mayor incremento el manejo de la mezcla disminuye.
- Se determinó un porcentaje óptimo de adición de virutas de acero comercial fundido reciclado y fibras de acero comercial fundido es de 1,25%, presentan una resistencia superior a la establecida de 240 Kg/cm².
- De los ensayos realizados se determinó que la resistencia a compresión de cada uno de los elementos aumenta en función al porcentaje de incremento de la adición y tiempo de curado, presentando cada uno de ellos características similares las mismas que se repetían de forma progresiva con mayores efectos
- Se observó que mientras se aumenta la cantidad virutas de acero comercial fundido reciclado y fibras de acero comercial fundido en el hormigón su resistencia aumenta y su trabajabilidad disminuye por la adherencia de la mezcla a la fibra y viruta de acero.
- La resistencia a compresión máxima a los 28 días de edad con el adicionamiento de virutas de acero comercial fundido reciclado con un porcentaje de adición del 1,25% da una resistencia promedio de 281,2 Kg/cm² la cual es mayor en comparación a la resistencia del hormigón añadiendo fibras de acero comercial fundido reciclado con el 1,5% dando una resistencia promedio de 258,6 Kg/cm², demostrando de esta manera que el hormigón añadiendo virutas de acero comercial fundido reciclado mejora las propiedades mecánicas de un hormigón normal.
- La resistencia a tracción máxima a los 28 días de edad con el adicionamiento de virutas de acero comercial fundido reciclado con un porcentaje de adición del 1,5% da una resistencia promedio de 30,68 Kg/cm² la cual es mayor en comparación a la resistencia del hormigón añadiendo fibras de acero comercial fundido reciclado con el 1,5% dando una resistencia promedio de 28,96

Kg/cm², demostrando de esta manera que el hormigón añadiendo virutas de acero comercial fundido reciclado mejora las propiedades mecánicas de un hormigón normal.

- La mezcla que se aproximó más a la resistencia establecida para un hormigón común de 240 kg/cm² cuando trabaja con el 1,25% de la adición de acero comercial reciclado, los resultados son favorables ya que se obtiene una resistencia mayor a la establecida a lo que cumple su resistencia máxima teniendo un incremento de un 17% a compresión y cuando trabaja con el 1,5% de adición de acero comercial reciclado, los resultados más favorables se obtiene un incremento de 3,9 % a tracción.
- Se concluye que la elaboración de hormigón de $f_c = 240$ Kg/cm² empleando viruta de acero comercial en adición a la mezcla de hormigón es una posibilidad viable tanto estructural mente como para la reducción de desechos mecánicos.

5.2 RECOMENDACIONES.

- Trabajar con materiales que se encuentren en un mismo estado saturación y de una cantera que cumplan con los requisitos para realizar un buen hormigón.
- Se tendrá que clasificar manualmente las fibras y virutas de acero extraídas del torno ya que salen con escombros y plásticos adheridos al material a utilizar.
- Añadir al final de la mezcla de hormigón la viruta y fibra de acero comercial para obtener una buena adherencia con el hormigón de acuerdo a la dosificación.
- Calcular correctamente las cantidades a adicionar, para no tener problemas al momento de pesar los materiales para la mezcla de hormigón ya que se pierde tiempo para avanzar en el proyecto.
- Clasificar de una manera adecuada las fibras y viruta de acero para no tener alteraciones en el pesado de los materiales para la mezcla de hormigón.
- Se tendrá que tamizar la viruta de acero ya que viene mezclada con limalla y escombros que nos alteran la mezcla, tamizar por el tamiz #4 después que se haya clasificado manualmente, y utilizar lo que retiene el tamiz #8 despreciando lo que pasa.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFIA

- [1] UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO , «EL HORMIGÓN: HISTORIA, ANTECEDENTES EN OBRAS Y FACTORES INDICATIVOS DE SU RESISTENCIA.,» *TECNOLOGÍ@ y DESARROLLO (Revista de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente)*, vol. X, pp. 6-7, 2012.
- [2] D. M. d. C. P. Pérez, «Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica,» de *DURABILIDAD EN EL HORMIGÓN ARMADO*, La Coruña España, 2013 - 2014, pp. 12-15.
- [3] H. R. Salcedo, «TESIS DE MASTER,» de *Aplicación de Fibras Estructurales a los Pilotes tipo CPI 8*, Barcelona- España, REPOSITORIO UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE CATALUNYA, 2012, pp. 8-19.
- [4] N. T. ECUATORIANA, «FIBRAS DE ACERO PARA HORMIGÓN. DEFINICIONES Y ESPECIFICACIONES (ISO 13270:2013, IDT),» de *NTE INEN - ISO 13270*, QUITO, PRIMERA EDICION, 2013, p. 6.
- [5] A. BIANCHINE, «FIBRAS REFUERZO ESTRUCTURAL DEL HORMIGÓN,» A. BIANCHINE , Ingenieros, S.A., 2016. [En línea]. Available: http://www.metalactual.com/revista/22/materiales_fibra.pdf. [Último acceso: 5 Mayo 2017].

- [6] Salazar, Patricia Cristina Marmol, «Hormigón Reforzado con Fibras de Acero,» de *Hormigones con Fibras de Acero Características Mecánicas*, Madrid - España, 2010, pp. 8-9.
- [7] UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, «Hormigones,» de *Cementos, morteros y hormigones*, Cantabria - España , DPTO. DE CIENCIA E INGENIERÍA DEL TERRENO Y DE LOS MATERIALES, p. 5.
- [8] S. MEDINA, de *Ensayo de Materiales II*, Ambato - Ecuador, 2013, pp. 8-9-11-12.
- [9] S. MEDINA, de *Ensayo de Materiales II*, Ambato - Ecuador, 2013, pp. 30 - 36.
- [10] J. y. B. R. Mc Corman, de *Diseño de Concreto Reforzado* , 8va ed., México D.F., Alfaomega Grupo Editor. S.A., Julio 2011, pp. 9-10.
- [11] Norma Ecuatoriana de la Construcción, de *Estructuras de Hormigón Armado*, Cap. 4, Quito- Ecuador, 2013, pp. 22-24.
- [12] G. M, «Universidad Central del Ecuador,» de *Seminario de Graduación, Investigación sobre el Modulo de Elasticidad del Hormigón*, Quito, 2010, p. 47.
- [13] F. Carrasco, «UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL,» de *ROCAS Y AGREGADOS PARA HORMIGONES*, Santa Fe, Marzo 2013, pp. 1-2.
- [14] S. Medina, de *Ensayo de Materiales II*, Ambato- Ecuador , 2013, p. 26.

- [15] Instituto Ecuatoriano de Normalización (NTE), «NTE INEN 858,» de *Áridos. Determinación de la Masa Unitaria (Peso Volumétrico) y el Porcentaje de Vacíos*, Quito - Ecuador, 2010.
- [16] ASTM E-11, *Método de Ensayo. Análisis granulométrico por tamices de los agregados fino y grueso.*, 2005.
- [17] P. J. Montoya, A. G. Meseguer y F. M. Cabre, «Dosificación del Hormigón,» de *Hormigón Armado*, Barcelona , Editorial GustavoGili, S.A., 1978, pp. 51-56.
- [18] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «NTE INEN 856,» de *Áridos. Determinación de la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad específica) y Absorción del Árido Fino*, Quito - Ecuador, 2010.
- [19] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «NTE INEN 857,» de *Áridos. Determinación de la Densidad, Densidad Relativa (Gravedad específica) y Absorción del Árido Grueso*, Quito- Ecuador, 2010.
- [20] Marcelo Romo Proaño, «Temas de Hormigón Armado,» Octubre 2008. [En línea]. Available: <https://www.udocz.com/embed/dise-o-en-hormigon-armado-marcelo-romo-proa-ol>. [Último acceso: 5 Mayo 2017].
- [21] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «NTE INEN 1 573,» de *Hormigón de Cemento Hidráulico. Determinación de la Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Hormigón de Cemento Hidráulico*, Quito- Ecuador, 2010.

- [22] Salazar, Patricia Cristina Marmol, «Hormigón Reforzado con Fibras de Acero,» de *Hormigones con Fibras de Acero Características Mecánicas*, Madrid - España, 2010, pp. 69 - 70.
- [23] B. F. M. Ojeda, de *Determinación del Efecto del Curado en la Resistencia a Fatiga del Hormigón*, Valdivia - Chile, 2015, pp. 43-47.
- [24] M. F. Cánovas, «Hormigones Reforzados con Fibra de Acero,» [En línea]. Available:
<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2079/2281>. [Último acceso: 2 Mayo 2017].
- [25] Salazar, Patricia Cristina Marmol, «Hormigón Reforzado con Fibras de Acero,» de *Hormigones con Fibras de Acero Características Mecánicas*, Madrid - España, 2010, pp. 19-20-21-22.
- [26] Norma Ecuatoriana de la Construcción, de *Estructuras de Hormigón Armado*, Cap. 4, Quito - Ecuador, 2013, pp. 43-44.
- [27] ACI-318, 2008.
- [28] N. T. ECUATORIANA, «CEMENTO PORTLAND. REQUISITOS,» de *NTE INEN 152*, QUITO - ECUADOR, 2012, pp. 1-2.

ANEXOS

DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS



Fotografía N° 2. Tamices Cuadrados



Fotografía N° 3 Agregado Grueso



Fotografía N° 4. Tamices Redondos



Fotografía N° 5 Agregado Fino

ENSAYO DE LA DENSIDAD APARENTE COMPACTADA DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.



Fotografía N° 6. Mezcla de Agregados



Fotografía N° 7 Compactación del Agregado Fino.



Fotografía N° 8. Peso del Agregado



Fotografía N° 9 Compactación del Agregado Grueso



Fotografía N° 10. Mezcla del Agregado



Fotografía N° 11 Compactación del Agregado Fino

ENSAYO DE LA DENSIDAD REAL



Fotografía N° 12. Peso del Picnómetro



Fotografía N° 13 Picnómetro más Agregado fino



Fotografía N° 14. Fibra de Acero

ENSAYOS DE HORMIGÓN DE 240 Kg/cm²



Fotografía N° 15 Peso del molde de Hormigón



Fotografía N° 16. Aceitado del Molde



Fotografía N° 17. Mezcla de Hormigón



Fotografía N° 18. Colocación del Hormigón en los Moldes



Fotografía N° 19 Probetas de Hormigón



Fotografía N° 20. Cámara de Curado

ENSAYO DE LOS CILINDROS A COMPRESIÓN A LOS 7, 14 y 28 DÍAS DE EDAD EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN.



Fotografía N° 21 Máquina de Compresión



Fotografía N° 22. Resistencia del Cilindro



Fotografía N° 23 Resistencia y Falla del cilindro



Fotografía N° 24. Resistencia del Cilindro

ENSAYO DE LOS CILINDROS A TRACCIÓN A LOS 7, 14 y 28 DÍAS DE EDAD EN LA MÁQUINA DE COMPRESIÓN.



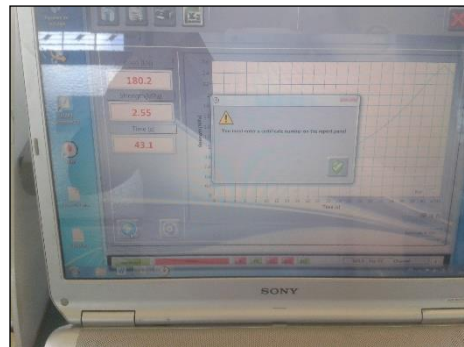
Fotografía N° 25 Tracción del Cilindro



Fotografía N° 26. Colocación del Cilindro para el ensayo a tracción



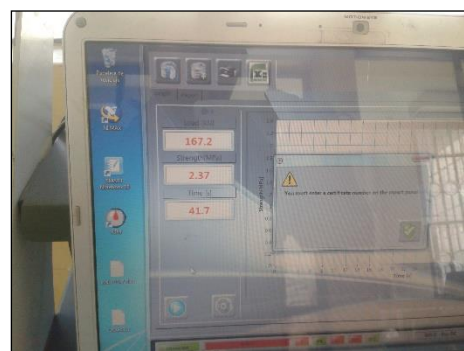
Fotografía N° 27 Falla del cilindro



Fotografía N° 28. Resistencia a tracción



Fotografía N° 29 Falla del cilindro



Fotografía N° 30. Resistencia a tracción

TIPOS DE FALLAS DEL HORMIGÓN



Fotografía N° 31. Falla a tracción normal **Fotografía N° 32.** Falla a tracción normal



Fotografía N° 33. Falla tipo 2 Fisuras verticales



Fotografía N° 34. Falla por Fractura Vertical



Fotografía N° 35. Falla Tracción Normal



Fotografía N° 36. Falla por fractura en el extremo superior