



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA  
FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:  
JOEL HUAYNACHO HUANCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ  
DICIEMBRE, 2018**

## DEDICATORIA

*A mi madre Victoria Huanca por  
su incomparable amor hacia mí y mis  
hermanos.*

*A mis hermanas y hermanos;  
Eulogia, Eliseo, Beatriz, Elizabeth y  
Josue, por su motivación constante y  
apoyo incondicional.*

## AGRADECIMIENTO

*A Dios fuente de la sabiduría, por guiarme en el camino del bien y por permitirme llegar hasta esta parte importante de mi vida.*

*A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno y Universidad Alas Peruanas, Por haberme formado en este maravillo mundo de la ingeniería.*

*A mis docentes de ambas universidades por enseñarme este mágico mundo de la ingeniería.*

*A la Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez por hacer posible la realización de los ensayos de laboratorio del presente trabajo de investigación.*

*A la empresa Sika Perú S.A.C. de la ciudad de Arequipa por haberme proporcionado la fibra de acero para el desarrollo del presente trabajo de investigación.*

*A todos los compañeros y amigos que formaron parte de mi vida en el proceso formativo en nuestras aulas universitarias y fuera de ella. Y a todas las personas que sin ser nada cercano mío hicieron posible que llegara hasta esta etapa.*

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación es determinar la influencia de la adición de fibra de acero Sika 65/35 al concreto convencional en su resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.

La metodología planteada es un estudio experimental, para lo cual se elaboró briquetas cilíndricas para los ensayos de resistencia a la compresión y briquetas prismáticas para realizar ensayos de resistencia a la flexión, incorporando dicha fibra en tres diferentes cantidades que son 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup> para ambos ensayos.

Los resultados que se obtuvieron fueron en cuanto a la resistencia a la compresión a los 28 días de curado de 218 kg/cm<sup>2</sup>, 225 kg/cm<sup>2</sup>, 230 kg/cm<sup>2</sup> y 237 kg/cm<sup>2</sup>; en concreto sin fibra, con 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Lo que significa que hubo un aumento significativo de 3.2% con concreto con 15 kg/m<sup>3</sup>, 5.5% con concreto de 25 kg/m<sup>3</sup>, y 8.7% con concreto de 35 kg/m<sup>3</sup>, respecto al concreto convencional ( $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>).

Los resultados que se obtuvieron en cuanto a la resistencia a la flexión a los 28 días de curado fueron de 32.92 kg/cm<sup>2</sup>, 33.87 kg/cm<sup>2</sup>, 38.34 kg/cm<sup>2</sup> y 42.90 kg/cm<sup>2</sup>; en concreto sin fibra, con 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup> respectivamente. Lo que significa que hubo un incremento significativo de resistencia a la flexión de 2.9% con concreto con 15 kg/m<sup>3</sup>, 16.5% con concreto de 25 kg/m<sup>3</sup>, y 30.3% con concreto de 35 kg/m<sup>3</sup>, respecto al concreto convencional ( $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>).

Concluimos que el uso de la fibra de acero Sika 65/35 aumenta significativamente la resistencia del concreto, tanto a la compresión como a la flexión, por lo que es recomendable su uso especialmente en pavimentos de mediano a alto tránsito.

**PALABRAS CLAVE:** Concreto reforzado, Fibra de acero, Fibra de acero sika, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión.

## SUMMARY

The aim of this research work is to determine the influence of the addition of Sika 65/35 steel fiber to conventional concrete in its resistance to compression and flexural strength.

The methodology proposed is an experimental study, for which cylindrical briquettes were prepared for compression resistance tests and prismatic briquettes to perform resistance to bending tests, incorporating said fiber in three different quantities that are 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> and 35 kg/m<sup>3</sup> for both tests.

The results that were obtained were as regards the compressive strength at 28 days of curing of 218 kg/cm<sup>2</sup>, 225 kg/cm<sup>2</sup>, 230 kg/cm<sup>2</sup> and 237 kg/cm<sup>2</sup>; in particular without fiber, with 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> and 35 kg/m<sup>3</sup> respectively. This means that there was a significant increase of 3.2% with concrete with 15 kg/m<sup>3</sup>, 5.5% with concrete of 25 kg/m<sup>3</sup>, and 8.7% with concrete of 35 kg/m<sup>3</sup>, with respect to conventional concrete ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ).

The results that were obtained in terms of flexural strength at 28 days of curing were 32.92 kg/cm<sup>2</sup>, 33.87 kg cm<sup>2</sup>, 38.34 kg/cm<sup>2</sup> and 42.90 kg/cm<sup>2</sup>; in particular without fiber, with 15 kg/m<sup>3</sup>, 25 kg/m<sup>3</sup> and 35 kg/m<sup>3</sup> respectively. This means that there was a significant increase in flexural strength of 2.9% with concrete at 15 kg/m<sup>3</sup>, 16.5% with concrete at 25 kg/m<sup>3</sup>, and 30.3% with concrete at 35 kg/m<sup>3</sup>, compared to conventional concrete ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ).

We conclude that the use of Sika 65/35 steel fiber significantly increases the strength of concrete, both compression and bending, so it is recommended to use especially in medium to high traffic pavements.

KEYWORDS: Reinforced concrete, Steel fiber, Sika steel fiber, compressive strength, flexural strength.

## SÍNTESIS

El presente trabajo de investigación está basado fundamentalmente en tres partes importantes:

El diseño de mezclas. Para ésta parte se utiliza el método del comité 211 del ACI. Se utilizan agregados disponibles en la localidad de estudio, específicamente la cantera denomina Isla, que se encuentra ubicado aproximadamente a 10 Km al oeste de la ciudad de Juliaca, con los cuales se procedió a realizar los ensayos de Análisis granulométrico, Contenido de humedad, Peso unitario suelto y compactado, Peso específico y absorción, y con éstos datos y con las tablas del ACI se procede a calcular la cantidad de materiales tales como; agregado fino, cemento, agua, agregado grueso, y así obteniendo la presentación de diseño de mezcla en seco, y finalmente haciendo la corrección por humedad de agregados y así obteniendo la presentación de diseño de mezcla final.

Ensayo de resistencia a compresión. Para lo cual se toman especímenes cilíndricos de dimensiones de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura realizados en laboratorio y basádonos en las normas ASTM C 39 y norma técnica peruana NTP 339.034. Este ensayo se realiza tanto para especímenes de concreto sin fibra (concreto normal  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) y concreto con fibra de acero en diferentes proporciones.

Ensayo de resistencia a flexión. Para lo cual se toman especímenes prismáticos de dimensiones de 15 cm de ancho, 15 cm de altura o peralte y 51 cm de largo realizados en laboratorio y basádonos en las normas ASTM C 78.



Este ensayo se realiza tanto para especímenes de concreto sin fibra (concreto normal  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) y concreto con fibra de acero en diferentes proporciones.

## ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
SUMMARY.....	VI
SÍNTESIS.....	VIII
ÍNDICE.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XVI

### **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	2
1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	2
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.1. Problema general.....	2
1.3.2. Problemas específicos.....	2
1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	3
1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.5.1. Hipótesis general.....	3
1.5.2. Hipótesis específicas.....	3
1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.6.1. Variable independiente.....	4
1.6.2. Variable dependiente.....	4
1.6.3. Operacionalización de variables.....	4
1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.7.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.7.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	6

1.7.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	6
1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN .....	6
1.8.1. POBLACIÓN.....	6
1.8.2. MUESTRA.....	7
1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	7
1.9.1. TÉCNICAS .....	7
1.9.2. INSTRUMENTOS.....	8
1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
1.10.1. JUSTIFICACIÓN .....	8
1.10.2. IMPORTANCIA .....	9

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
2.2. BASES TEÓRICAS .....	13
2.2.1. EL CONCRETO.....	13
2.2.1.1.1. AGREGADOS.....	14
2.2.1.1.2. EL AGUA PARA MEZCLADO DE CONCRETO .....	15
2.2.1.2. FIBRA DE ACERO .....	15
2.2.2. FIBRA DE ACERO SIKA FIBER CHO 65/35 NB.....	15
2.2.2.1. Descripción .....	15
2.2.2.2. Usos.....	16
2.2.2.3. Ventajas.....	17
2.2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	19
2.2.3.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	19
2.2.3.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN .....	21
2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	22
2.3.1. HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS.....	23
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	24

## **CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

<b>3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO</b> .....	25
<b>3.1.1. UBICACIÓN DE LA CANTERA DE LOS AGREGADOS</b> .....	25
<b>3.1.2. ENSAYOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA</b> .....	25
<b>3.1.2.1. CONTENIDO DE HUMEDAD</b> .....	25
<b>3.1.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADOS</b> .....	29
<b>3.1.2.3. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE AGREGADOS</b> .....	33
<b>3.1.2.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS</b> .....	37
<b>3.1.3. DISEÑO DE MEZCLA</b> .....	41
<b>3.1.3.1. CÁLCULO DE <math>F'_{cr}</math> (resistencia promedio requerida)</b> .....	42
<b>3.1.3.2. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO</b> .....	43
<b>3.1.3.3. CONTENIDO DE AGUA</b> .....	43
<b>3.1.3.4. RELACIÓN AGUA CEMENTO (a/c)</b> .....	44
<b>3.1.3.5. CONTENIDO DE CEMENTO</b> .....	45
<b>3.1.3.6. PESO DE AGREGADO GRUESO</b> .....	45
<b>3.1.3.7. VOLUMEN ABSOLUTO</b> .....	46
<b>3.1.3.8. CÁLCULO DE PESO DEL AGREGADO FINO</b> .....	47
<b>3.1.3.9. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO</b> .....	47
<b>3.1.3.10. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS</b> .....	47
<b>3.1.3.11. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO</b> .....	49
<b>3.1.3.12. DOSIFICACIÓN POR TANDAS:</b> .....	49
<b>3.1.4. ELABORACIÓN DEL CONCRETO NORMAL (CN) Y CONCRETO CON FIBRA DE ACERO (CFA)</b> .....	50
<b>3.1.5. ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO</b> .....	52
<b>3.1.5.1. Ensayo Slump o de asentamiento en el cono de Abrams</b> .....	52
<b>3.1.6. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PROBETAS</b> .....	54
<b>3.1.6.2. VACIADO DEL CONCRETO</b> .....	55
<b>3.1.7. ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO</b> .....	56
<b>3.1.7.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO</b> .....	56
<b>3.1.7.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO</b> .....	58
<b>3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES</b> .....	61

3.2.1. ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN .....	61
3.2.2. ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXIÓN .....	62

#### **CAPÍTULO IV: PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL .....	64
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	64
4.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	64
4.2.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA (15 kg/m <sup>3</sup> ) .....	64
4.2.1.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA (25 kg/m <sup>3</sup> ) .....	67
4.2.1.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA (35 kg/m <sup>3</sup> ) .....	70
4.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN .....	73
4.2.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA (15 kg/m <sup>3</sup> ) .....	73
4.2.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA (25 kg/m <sup>3</sup> ) .....	76
4.2.2.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA (35 kg/m <sup>3</sup> ) .....	79

#### **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....**

83

#### **CONCLUSIONES.....**

84

#### **RECOMENDACIONES.....**

85

#### **ANEXOS.....**

88

1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	89
2. CERTIFICACIÓN DE ENSAYOS .....	90
3. TABLAS ESTADÍSTICAS .....	102
4. HOJA TÉCNICA DEL PRODUCTO .....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aplicación en Pavimento rígido.....	16
Figura 2. Aplicación en pistas de aterrizaje.....	16
Figura 3. Aplicación en pisos de locales comerciales .....	17
Figura 4. Bolsa de 20 Kg de fibra de acero Sika Fiber 65/35 NB .....	18
Figura 5. Forma y dimensión de la fibra "Sika fiber CHO 65/35 NB" .....	19
Figura 6. Esquema para determinar la resistencia a compresión de probetas cilíndricas.....	20
Figura 7. Esquema para determinar la resistencia a flexión del concreto con aplicación de carga en los tercios de la luz.....	22
Figura 9. Histograma de frecuencias.....	23
Figura 10. Extracción de los agregados de la cantera Isla - Juliaca .....	25
Figura 11. Ensayo de contenido de humedad .....	28
Figura 12. Ensayo de Análisis Granulométrico.....	31
Figura 13. Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado de agregado fino y agregado grueso.....	35
Figura 14. Ensayo de Peso Específico.....	39
Figura 15. Equipos, herramientas y materiales utilizados en la elaboración del concreto .....	51
Figura 16. Elaboración de probetas cilíndricas y prismáticas .....	52
Figura 17. Ensayo de Asentamiento en Cono de Abrams o Slump .....	53
Figura 18. Medición de los especímenes cilíndricos con vernier.....	57
Figura 19. Colocación y rotura de los especímenes cilíndricos .....	58
Figura 20. Medición de los especímenes prismáticos con vernier.....	59
Figura 21. Colocación y rotura de especímenes prismáticos.....	60
Figura 22. Muestra de los especímenes del ensayo de resistencia a flexión .....	60
Figura 23. Comparación de las resistencias a la compresión de CN y CFA .....	61
Figura 24. Comparación de las resistencias a la flexión de CN y CFA .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 1. Matriz de consistencia: Objetivo General I.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla N° 2. Matriz de consistencia: Objetivos Específicos.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabla N° 3. Compuestos principales del cemento .....</b>	<b>13</b>
<b>Tabla N° 4. Porcentajes de los compuestos del cemento.....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla N° 5. Principales tipos de cemento portland .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla N° 7. Contenido de Humedad - agregado fino .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla N° 8. Contenido de Humedad - agregado grueso .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla N° 9. Análisis granulométrico - agregado grueso.....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla N° 10. Análisis granulométrico – agregado fino.....</b>	<b>33</b>
<b>Tabla N° 11. Peso unitario suelto - agregado fino .....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla N° 12. Peso unitario compactado - agregado fino.....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla N° 13. Peso unitario suelto - agregado grueso .....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla N° 14. Peso unitario compactado - agregado grueso.....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla N° 15. Peso específico y absorción - agregado fino .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla N° 16. Peso específico y absorción - Agregado grueso.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla N° 17. Datos de los agregados para el diseño de mezcla: .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla N° 18. Resistencia promedio requerida .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabla N° 19. Volumen unitario del agua .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla N° 20. Relación agua/cemento en peso .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabla N° 21. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabla N° 22. Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas.....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla N° 23. Número de golpes con la varilla por capa.....</b>	<b>56</b>
<b>Tabla N° 24. Promedios de las resistencias a la compresión .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla N° 25. Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión.....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla N° 26. Promedios de resistencias a la flexión .....</b>	<b>62</b>
<b>Tabla N° 27. Porcentaje de incremento de las resistencias a la flexión.....</b>	<b>62</b>

## INTRODUCCIÓN

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregado fino, agregado grueso y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción.

De esta definición se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes, que bien proporcionados, aportan una o varias de sus propiedades individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original.

En consecuencia, para poder dominar el uso de este material, hay que conocer no solo las manifestaciones del producto resultante, sino también la de los componentes y su interrelación, ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad.

Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas. Luego pues, la explicación a sus diversos comportamientos siempre responde a alguna de estas leyes; y la no obtención de los resultados esperados, se debe al desconocimiento de la manera cómo actúan en el material, lo que constituye la utilización artesanal del mismo o



porque durante su empleo no se respetaron o se obviaron las consideraciones técnica que nos da el conocimiento científico sobre él.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En la ciudad de Juliaca, así como en todo el país la infraestructura vial actual está conformada por pavimentos asfálticos en vías de tráfico mediano a pesado, y pavimentos rígidos en vías de tráfico ligero a mediano, presentando en ambos casos deterioros notables en algunas zonas. Experiencias como las presentadas en la Av. Circunvalación éste, una importante vía de la ciudad de Juliaca, o la vía de salida a la provincia de Lampa, en donde se evidencian fallas; muestran la necesidad de investigar sobre nuevos materiales y estructuras de mejor desempeño.

En general la degradación progresiva de las estructuras de pavimentos tanto flexibles como rígidos de las vías en Juliaca, parece estar asociada al aumento de cargas de los vehículos que superan las de diseño y a la ausencia generalizada de mantenimiento (preventivo y rutinario). Situación que provoca problemas económicos a los usuarios y a las instituciones gubernamentales responsables del buen funcionamiento de las vías.

Ante esta realidad, es que nace el presente proyecto de investigación, proponiendo una alternativa que responda eficientemente a las nuevas necesidades de velocidad, carga e intensidad de tránsito que se someten a los pavimentos a esfuerzos altos en condiciones dinámicas. Dicha alternativa es la incorporación de fibra de acero para el diseño de pavimentos rígidos para mejorar las propiedades del concreto tanto a la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión.

## **1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El ámbito del proyecto de investigación es en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román y departamento de Puno.

#### **Ubicación Geográfica:**

Departamento	: PUNO
Provincia	: SAN ROMAN
Distrito	: JULIACA
Altitud	: 3825 m.s.n.m.

### **1.2.2. DELIMITACIÓN TEMPORAL**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en 4 meses, entre setiembre a diciembre del 2017.

## **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cómo influye la adición de fibra de acero Sika 65/35 al concreto en la resistencia del concreto?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo influye la adición de la fibra de acero Sika 65/35 al concreto en la resistencia a la compresión del concreto?
- ¿Cómo influye la adición de la fibra de acero Sika 65/35 al concreto en la resistencia a la flexión del concreto?

## **1.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia de la adición de la fibra de acero Sika 65/35 al concreto en la resistencia del concreto.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la resistencia a la compresión del concreto adicionado con fibra de acero Sika 65/35.
- Determinar la resistencia a la flexión del concreto adicionado con la fibra de acero Sika 65/35.

## **1.5. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Hipótesis general**

La adición de la fibra de acero Sika 65/35 en el concreto influye significativamente en la propiedad de resistencia del concreto.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- La adición de la fibra de acero Sika 65/35 incrementa la resistencia a la compresión del concreto.
- La adición de la fibra de acero Sika 65/35 incrementa la resistencia a la flexión del concreto.

## 1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.1. Variable independiente

X = Fibra de acero Sika 65/35

INDICADORES: Características particulares del sistema.

- Características de la fibra de acero
- Cantidad de fibra de acero
- Tipo de fibra de acero

### 1.6.2. Variable dependiente

Y = Propiedad de resistencia del concreto

INDICADORES

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexión

### 1.6.3. Operacionalización de variables

La variable independiente estudiada es el porcentaje de Fibra de Acero Sika Fiber CHO 65/35 NB adicionada en el diseño de mezcla del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, y su incidencia en la resistencia a la compresión y resistencia a flexión, siendo éstas las variables dependientes.

**Tabla N°1. Matriz de consistencia: Objetivo General I**

	Definición del problema	Hipótesis	Variables	Indicadores	Factor a medir
<b>General</b>	¿Cómo influye la adición al concreto en la propiedad de resistencia del concreto?	La adición de la fibra de acero en el concreto influye significativamente en la propiedad de resistencia del concreto.	<b>INDEPENDIENTE</b> Fibra de Acero Sika Fiber CHO 65/35 NB	Cantidad de la Fibra de Acero.	Cantidad de Fibra de Acero (15, 25 y 35) kg/m <sup>3</sup> .
			<b>DEPENDIENTE</b> Resistencia del concreto.	Resistencia del concreto con adición de fibra de acero.	Resistencia a la Compresión a los 7, 14, y 28 días, resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días.

FUENTE: Elaboración propia

**Tabla N°2. Matriz de consistencia: Objetivos Específicos**

	Definición del problema	Hipótesis	Variables	Indicadores	Factor a medir
<b>Específico 01</b>	¿Cómo influye la adición la de fibra de acero al concreto en la resistencia a la compresión del concreto?	La adición de la fibra de acero en el concreto incrementa la resistencia a la compresión del concreto.	<b>INDEPENDIENTE</b> Dosificación de los materiales con adición de Fibra de Acero Sika Fiber CHO 65/35 NB	Cantidad de la fibra de acero.	Cantidad de Fibra de Acero (15, 25 y 35) kg/m <sup>3</sup> .
			<b>DEPENDIENTE</b> Resistencia a la compresión del concreto con adición de Fibra de Acero.	Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto (ASTM C-39)	Resistencia a la Compresión a los 7, 14 y 28 días.
<b>Específico 02</b>	¿Cómo influye la adición la de fibra de acero al concreto en la resistencia a la flexión del concreto?	La adición de la fibra de acero en el concreto incrementa la resistencia a la flexión del concreto.	<b>INDEPENDIENTE</b> Dosificación de los materiales con adición de Fibra de Acero Sika Fiber CHO 65/35 NB	Cantidad de la fibra de acero.	Cantidad de Fibra de Acero (15, 25 y 35) kg/m <sup>3</sup> .
			<b>DEPENDIENTE</b> Resistencia a la flexión del concreto con adición de Fibra de Acero.	Método de ensayo normalizado para resistencia a la flexión de especímenes prismáticos de concreto con carga en los tercios de la luz (ASTM C-78)	Resistencia a la flexión a los 7, 14 y 28 días.

FUENTE: Elaboración propia

## **1.7. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación es CORRELACIONAL, ya que tiene como propósito relacionar y vincular entre si las características del comportamiento del concreto.

### **1.7.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación es EXPLICATIVO, ya que se estudian las causas que originan la variación de resultados al manipular la variable independiente.

### **1.7.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación es CUANTITATIVO, puesto que el medio de prueba de hipótesis se basa en mediciones numéricas y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

### **1.7.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

Experimental

## **1.8. POBLACIÓN Y MUESTRA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.8.1. POBLACIÓN**

En la presente investigación la población son probetas cilíndricas y probetas prismáticas de concreto normal y concreto con fibra de acero.

## **1.8.2. MUESTRA**

La muestra consta de un total de 48 probetas: 24 probetas cilíndricas para ensayo de resistencia a compresión y 24 probetas prismáticas para ensayo de resistencia a flexión.

06 probetas cilíndricas de Concreto Normal (CN), 06 probetas cilíndricas de Concreto con Fibra de Acero (CFA) de 15 kg/m<sup>3</sup>, 06 probetas cilíndricas de Concreto con Fibra de Acero (CFA) de 25 kg/m<sup>3</sup>, 06 probetas cilíndricas de Concreto con Fibra de Acero (CFA) de 35 kg/m<sup>3</sup>, los cuales fueron ensayados a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado.

06 probetas prismáticas de Concreto Normal (CN), 06 probetas prismáticas de Concreto con Fibra de Acero (CFA) de 15 kg/m<sup>3</sup>, 06 probetas prismáticas de Concreto con Fibra de Acero (CFA) de 25 kg/m<sup>3</sup>, 06 probetas prismáticas de Concreto con Fibra de Acero (CFA) de 35 kg/m<sup>3</sup>, los cuales fueron ensayados a flexión a los 7, 14 y 28 días de curado.

## **1.9. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **1.9.1. TÉCNICAS**

Las técnicas que se utilizó en este proyecto de investigación fueron; observación directa, análisis de documentos, ensayos de probetas cilíndricas y prismáticas con y sin adición de fibras de acero.

- ▲ Selección de agregados adecuados para el proyecto de investigación
- ▲ Análisis granulométrico de agregados por tamizado (ASTM C-33)
- ▲ Peso unitario de los agregados (ASTM C-29)
- ▲ Peso específico y absorción de agregados.



- Contenido de humedad, absorción efectiva y humedad superficial
- Ensayos de concreto fresco
- Ensayo de resistencia a compresión axial
- Ensayo de resistencia a la flexión o módulo de rotura

### **1.9.2. INSTRUMENTOS**

Los instrumentos utilizados en las técnicas antes mencionadas fueron las siguientes:

- Certificado de resultados de laboratorio
- Datos de campo (Insitu).
- Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfaltos.
- Equipo de ensayo de resistencia a compresión axial ASTM C-39.
- Equipo de ensayo de resistencia a flexión o módulo de rotura ASTM C-78.

## **1.10. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.10.1. JUSTIFICACIÓN**

Las grandes cantidades de concreto que se producen actualmente en la industria de la construcción hacen que se realicen mejoras u optimizaciones en la tecnología del mismo ya que los recursos para la producción del concreto aumentan su valor cada vez más. Es por esto que diferentes investigaciones relacionadas a la aplicación de concreto reforzado con fibras de acero para pavimentos rígidos, losas o piso industriales implican mejoras en el material concreto y, a su vez optimizaciones en los diseños de dichas estructuras.

La optimización de procedimientos constructivos es un punto crítico en cualquier edificación, por ende cada vez se tiene que realizar

más rápido la entrega de proyectos; la incorporación de fibras de una manera sencilla ayuda al procedimiento constructivo de la losa.

En la actualidad las fibras de acero se muestran como una alternativa diferente para el diseño y construcción de pavimentos rígidos, losas industriales, cambiando totalmente los métodos convencionales. Un problema que se observa en la mayoría de proyectos de construcción de losas industriales son las fallas o fracturas debido a la falta de consideración de las solicitaciones reales que actuarán en la estructura, así también como la dificultad del mismo proceso constructivo.

Proyectos de gran magnitud poseen la necesidad de realizar mejoras mecánicas y físicas en el concreto para diferentes solicitaciones, evitando así diferentes fallas, optimizando costo y tiempo. Es por ello que la presente tesis se enfocará en cuantificar las mejoras brindadas por la adición de fibras de acero al concreto, para así tener nuevas consideraciones en los futuros diseños.

### **1.10.2. IMPORTANCIA**

En la actualidad con frecuencia se observa en las calles, en las plazas, parques, etc., pavimentos rígidos deteriorados y que tienen poca duración, y esto es debido a que el concreto de dichas estructuras no soportan altas cargas, para lo cual se requiere plantear nuevos métodos de diseño de pavimentos.

La presente tesis pretende dar solución al problema de mejorar la tecnología para la construcción de pavimentos y presentar nueva alternativa de diseño adicionando fibras de acero, el cual aumenta la resistencia del concreto de forma considerable. Ésta demostración lo haremos a través de pruebas de resistencia a compresión y a flexión en laboratorio.

El presente trabajo de investigación se justifica por la utilidad que se encontrará en la tecnología de refuerzo de concreto con fibras de acero.

Ésta investigación permitirá brindar información de los datos obtenidos de la evolución en su resistencia a compresión y a flexión, teniendo en cuenta las condiciones propias que imperan en nuestro medio geográfico del altiplano.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **ANTECEDENTE INTERNACIONAL**

SILVA TIPANTASIG (2014). Realizó el estudio de COMPORTAMIENTO DE HORMIGÓN REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO Y SU INCLUYENCIA EN SUS PROPIEDADES MECÁNICAS EN EL CANTON AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA. Realizó esta investigación con el objetivo de determinar el comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua. La metodología utilizada fue estudio experimental. Utilizó una dosificación de 1.15% de fibra de acero obteniendo para la edad de 28 días una resistencia a la compresión de 203.07 kg/cm<sup>2</sup> en concreto sin fibra, y 215.42 kg/cm<sup>2</sup> en concreto adicionado con fibra de acero. Para el caso de resistencia a flexión se obtuvo una resistencia de 19.17 kg/cm<sup>2</sup> en concreto sin fibra, y 37.93 kg/cm<sup>2</sup> en concreto adicionado con fibra de acero. Con lo que concluyó que en ambos casos mejoran la adición de fibra mejora la calidad del concreto.

#### **ANTECEDENTES NACIONALES**

LAO ODICIO (2007). Realizó la investigación denominada UTILIZACIÓN DE FIBRAS METÁLICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CONCRETO REFORZADO EN LA CIUDAD DE PUCALLPA. El producto utilizado dicha investigación fue FIBRAS WIRAND FF1. El objetivo fue determinar las ventajas de uso de fibras metálicas en pavimentos de concreto en la ciudad de Pucallpa. La metodología planteada es un estudio experimental. Utilizó una dosificación de 20 kg/m<sup>3</sup>. Para la edad de 28 días obtuvo resultados de 123 kg/cm<sup>2</sup> para concreto convencional (de 210 kg/cm<sup>2</sup>) y 260 kg/cm<sup>2</sup> para concreto reforzado con fibra metálica, y el incremento es de 23% respecto a lo que se alcanzó con el concreto sin fibra

metálica. Por lo que concluyó que las fibras aumentan su resistencia en pavimentos de concreto.

APAZA QUISPE & LARICO CAPIA (2012). Realizó la investigación denominada DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS REFORZADOS CON FIBRA METÁLICA COMO ALTERNATIVA PARA PROYECTOS UBICADOS EN LA REGIÓN PUNO. Cuyo objetivo fue descubrir. La metodología planteada fue de acuerdo al procedimiento indicado en la norma NTP 339.034. Se ensayaron dos cilindros por cada tipo de mezcla de concreto (distintos porcentajes de fibra de acero adicionado) a 7, 14, y a 28 días. Una vez secos los especímenes, se procedió a colocarlos manualmente sobre el dispositivo de ensayo, ubicándolos en la parte central. El ensayo consistió en aplicar, de forma constante, carga axial en la parte superior del espécimen hasta alcanzar la rotura de la brigueta, considerando para el caso de concreto reforzado con fibra de acero la carga de primera fisura como el dato para realizar el posterior análisis. Luego de finalizar el ensayo, se retira la brigueta de la máquina de ensayos y se realizan las observaciones físicas, para ser desechado finalmente. Los resultados del ensayo a los 28 días, los valores extremos fueron también alcanzados por el concreto patrón con una marca de 207.38 kg/cm<sup>2</sup>, y el concreto 5 con un valor de 244.23 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que las fibras metálicas no influyen en gran medida en la resistencia final a compresión de diseño, si bien aumenta a medida que la mezcla de concreto contiene mayor porcentaje de fibra metálica; este aumento es muy pequeño, teniendo un máximo de variación con respecto al concreto patrón SF en el orden de 17.77%. Afirmando de esta manera que la adición de fibra de acero tiene una pequeña influencia en el aumento de la resistencia a la compresión del concreto.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. EL CONCRETO

El concreto, según Abanto Castillo, se define como una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia (Abanto Castillo, 1995).

El cemento en combinación con el agua reaccionan químicamente uniendo las partículas de los agregados finos y gruesos, constituyendo un material heterogéneo, algunas veces se añaden ciertas sustancias, llamadas aditivos, que mejoran o modifican algunas propiedades del concreto (Abanto Castillo, 1995).

**Tabla N°3. Compuestos principales del cemento**

COMPUESTO	FÓRMULA
SILICATO TRICALCICO:	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_3\text{S}$
SILICATO BICALCICO:	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_2\text{S}$
ALUMINATO TRICALCICO:	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 = \text{C}_3\text{A}$
FERROALUMINATO TRICALCICO:	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{C}_4\text{AF}$

FUENTE: (Rivva López E. , 2004, pág. 50)

Normalmente se acepta que los porcentajes límites de los compuestos principales estén dentro de los siguientes rangos:

**Tabla N°4. Porcentajes de los compuestos del cemento**

FÓRMULA	PORCENTAJE
C3S:	30% a 60%
C2S:	15% a 37%
C3A:	7% a 15%
C4AF:	8% a 10%

FUENTE: (Rivva López E. , 2004, pág. 50)

### **Tipos de Cemento:**

Existen 5 tipos de cemento portland, esto es de acuerdo a las proporciones de los componentes descritos en la anterior (tabla N°4).

**Tabla N°5. Principales tipos de cemento portland**

TIPO	ASTM	DESCRIPCIÓN
TIPO I	C 150 – 84	Pórtland común
TIPO II	C 150 – 84	Pórtland con moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación.
TIPO III	C 150 – 84	Pórtland de endurecido rápido.
TIPO IV	C 150 – 84	Pórtland de bajo calor de hidratación.
TIPO V	C 150 – 84	Pórtland resistente al sulfato.

FUENTE: NORMAS ASTM, C 150

#### **2.2.1.1.1. AGREGADOS**

Según Pasquel Carbajal (1998), los agregados finos y gruesos ocupan entre 60% a 75% del volumen total del concreto y de 70% a 85% en peso, e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclados y endurecidos, en las proporciones de la mezcla, y en la economía.

### **2.2.1.1.2. EL AGUA PARA MEZCLADO DE CONCRETO**

De acuerdo a las normas peruanas y americanas como el reglamento nacional de edificaciones (R.N.E.) y las normas americanas como A.C.I., el agua que se utiliza en la preparación del concreto debe ser potable, ya que la turbiedad e impurezas pueden influir negativamente en el endurecimiento del cemento, reduciendo la resistencia del concreto u ocasionando manchado de su superficie.

### **2.2.1.2. FIBRA DE ACERO**

Son alambres de acero de diferentes formas y con bajo contenido de carbono. Actúan como una armadura tridimensional reduciendo las tensiones aplicadas al elemento estructural aumentando así su resistencia. El uso de las fibras de acero en el concreto proporciona un mejor comportamiento de la estructura, ya que reducen la formación de fisuras, proporcionando una mejor calidad y durabilidad a la obra. Otras ventajas del sistema son la eliminación, en algunas aplicaciones, de la armadura convencional, con la consecuente reducción de tiempo y costos de mano de obra. También evita el desperdicio de materiales siendo el transporte acopio, manipuleo y la aplicación de fibras, tareas bastantes simples.

### **2.2.2. FIBRA DE ACERO SIKA FIBER CHO 65/35 NB**

#### **2.2.2.1. Descripción**

Sika Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto tradicional y concreto proyectado (shotcrete) especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero de alta



relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

### 2.2.2.2. Usos

Sika Fiber CHO 65/35 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones y especialmente concreto proyectado (shotcrete) reduciendo tiempo y costos asociados al tradicional reforzamiento con mallas de acero; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (trafico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.



**Fuente: (Javier Silva, 2017)**  
*Figura 1. Aplicación en Pavimento rígido*



**Fuente: (Starr D. & Shiraz, 2003)**  
*Figura 2. Aplicación en pistas de aterrizaje*



*Figura 3. Aplicación en pisos de locales comerciales*

*Fuente: Elaboración propia*

### **2.2.2.3. Ventajas**

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Reducción de la fisuración por retracción.
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Relación longitud / diámetro igual a 65 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

### **2.2.2.4. Forma**

COLOR

Negro

ASPECTO:

Fibras de Acero pegadas

## PRESENTACIÓN

Sacos de papel x 20 kg.



Figura 4. Bolsa de 20 Kg de fibra de acero Sika Fiber 65/35 NB

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2.5. Almacenamiento

Los sacos de Sika Fiber CHO 65/35 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido, pero siempre protegido de la humedad.

### 2.2.2.6. Datos técnicos

LONGITUD

35 mm con extremos conformados.

DIÁMETRO DE LA FILA

0.54 mm

RELACIÓN LONGITUD/DIÁMETRO

65

RESISTENCIA A TRACCIÓN

1350 MPa +/- 7.5%

ELONGACIÓN DE ROTURA

4% máx.

## NORMAS

Sika Fiber CHO 65/35 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.

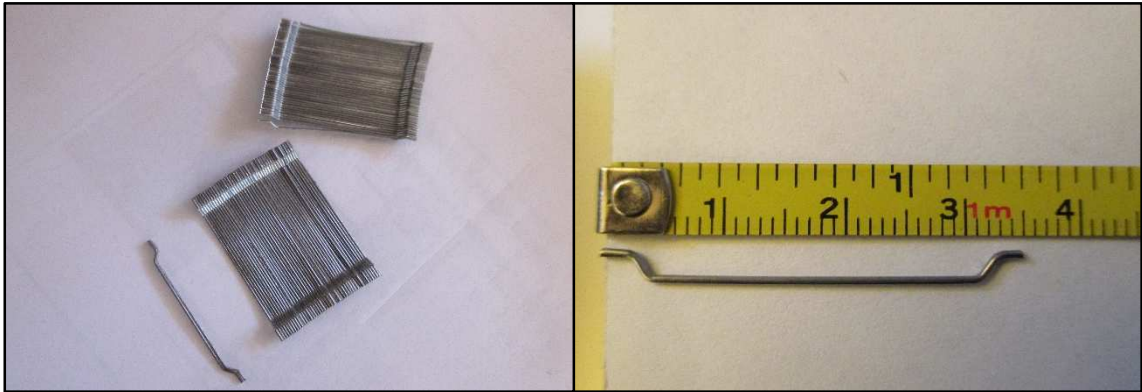


Figura 5. Forma y dimensión de la fibra "Sika fiber CHO 65/35 NB"

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2.7. Modo de aplicación

Normalmente entre 20 y 50 kg. de fibra de acero Sika Fiber CHO 65/35 NB por m<sup>3</sup> de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

## 2.2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

### 2.2.3.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

El procedimiento para realizar en ensayo de resistencia a la compresión está regulada por la norma ASTM C-39, y consiste en la aplicación de carga axial en la parte superior de la briqueta, de forma constante hasta alcanzar la rotura del espécimen de prueba, siendo la resistencia a la compresión el cociente resultante de la máxima carga

aplicada entre el área promedio de la probeta antes de que ocurra la rotura de la misma.

Se emplea la resistencia a compresión por la facilidad en la realización de los ensayos el hecho de que la mayoría de propiedades del concreto mejoran incrementándose esta resistencia. La resistencia en compresión del concreto es la carga máxima para una unidad de área por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura) (Abanto Castillo, 1995).



Figura 6. Esquema para determinar la resistencia a compresión de probetas cilíndricas

Fuente: (Gastañadui Ruiz, 2010)

La resistencia a la compresión de la probeta cilíndrica se calcula mediante la siguiente fórmula:  $f'_c = \frac{P(\text{kg})}{A(\text{cm}^2)}$ ;  $A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

Dónde:

$f'_c$ : Es la resistencia de rotura a la compresión del concreto ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

$P$ : Carga de rotura (Kg).

D: Diámetro de probeta cilíndrica (cm).

A: Área promedio de la probeta (cm<sup>2</sup>)

**Equipo a utilizar:**

- Máquina de Prueba
- Bloques de aceros con caras duras. (anillos con neopreno)

### **2.2.3.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

El procedimiento para realizar el ensayo de resistencia a la flexión o módulo de rotura, está regulada por la norma ASTM C-78.

En el presente trabajo de investigación se realizó con la carga en los tercios.

**Equipo utilizado:**

- Máquina de ensayo, que tiene el mecanismo capaz de aplicar las fuerzas a una velocidad uniforme sin interrupción, con 02 puntos de aplicación de carga y 02 bloques de soporte para la probeta prismática.
- Mecanismo de aplicación de carga, mediante el cual se aplican las cargas a la probeta prismática, se emplearon dos bloques de aplicación de carga y dos bloques de soporte de la probeta prismática. El sistema asegura que todas las fuerzas se aplican perpendiculares a la cara de la probeta prismática sin excentricidad. El diagrama de un aparato que cumple con estos propósitos se muestra en la figura 7.

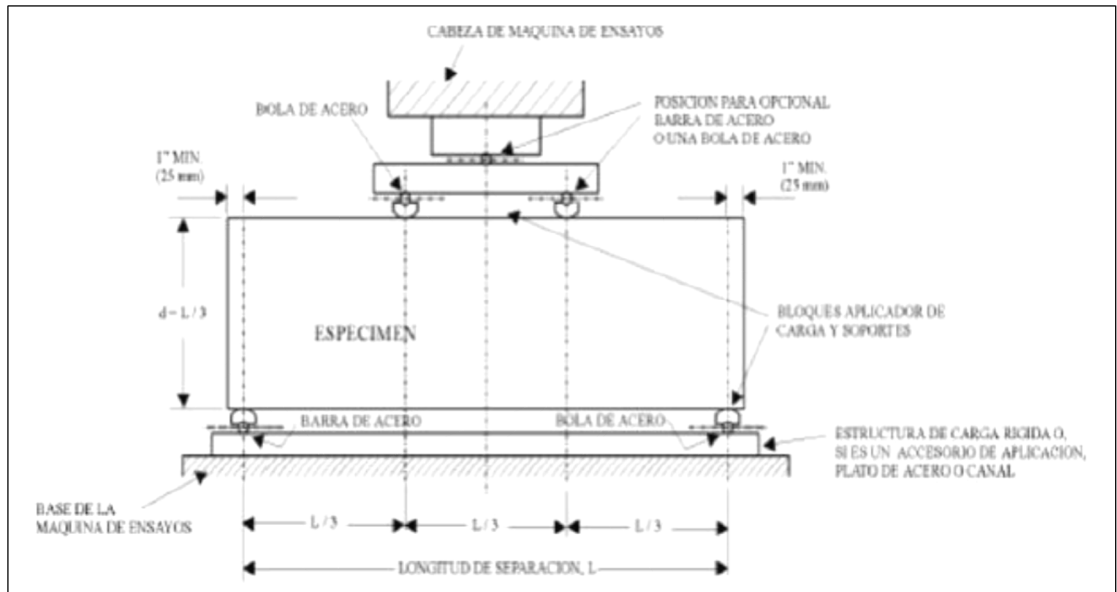


Figura 7. Esquema para determinar la resistencia a flexión del concreto con aplicación de carga en los tercios de la luz

Fuente: Norma ASTM C-78

El módulo de rotura o resistencia a flexión se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Mr = \frac{PL}{bd^2}$$

Dónde:

**Mr:** Módulo de rotura (Kg/cm<sup>2</sup>).

**P:** Carga Máxima aplicada por la máquina de ensayo (Kg).

**L:** Luz o longitud entre soportes (cm).

**b:** Ancho promedio del espécimen (cm).

**d:** Altura promedio del espécimen (cm).

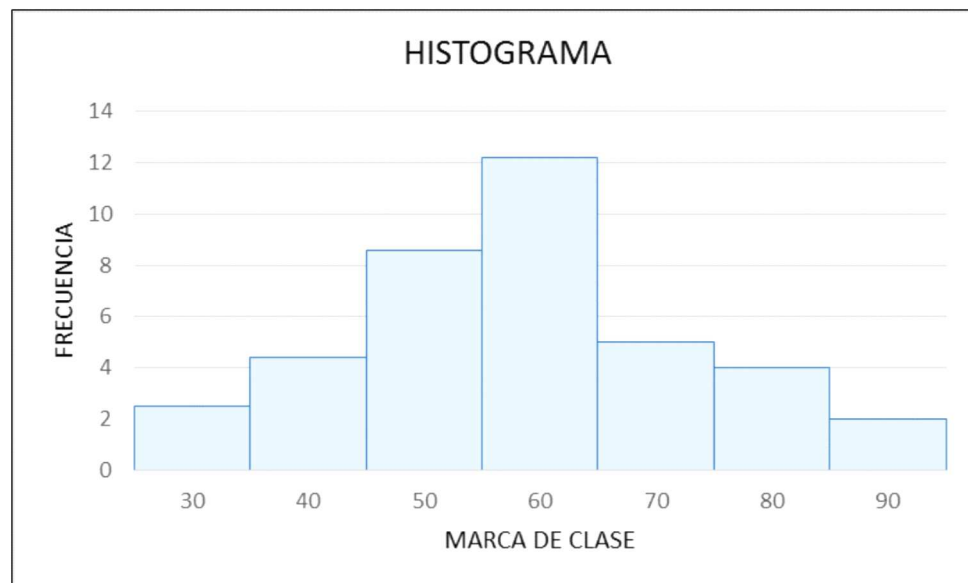
### 2.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico es de mucha importancia en la evaluación de los resultados de un trabajo de investigación ya que nos permite tener la certeza de la confiabilidad de los valores obtenidos de los ensayos de laboratorio en función a los parámetros estadísticos poder evaluar los resultados.

En el presente trabajo de investigación experimental se usó la desviación estándar y el t de student con lo cual se analizan los diferentes estadígrafos con datos agrupados, puesto que este nos permite analizar la zona de rechazo o de aceptación de la hipótesis nula, y obteniendo la gráfica real de la campana de Gauss.

### 2.3.1. HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

Un histograma de frecuencias es una representación gráfica de barras o rectángulos continuos, cuyas bases son los límites reales de clase y las alturas están dadas por las frecuencias absolutas ( $f_i$ ) o relativas ( $h_i$ ) estas pueden ser representadas gráficamente de la siguiente manera:



**Figura 8. Histograma de frecuencias**

**Fuente: Elaboración propia**



## 2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

CN	: Concreto normal ( $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> )
CFA	: Concreto con fibra de acero
$f'c$	: Resistencia a la compresión del concreto, kg/cm <sup>2</sup>
$M_r$	: Módulo de rotura del concreto (Resistencia a flexión), kg/cm <sup>2</sup> .
P	: Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo, kg.
L	: Luz, distancia entre los soportes, cm.
b	: Ancho promedio del espécimen, cm.
d	: Altura promedio del espécimen, cm.
D	: Diámetro promedio de la base del espécimen cilíndrico, cm.
W%	: Contenido de humedad.
TM	: Tamaño máximo del agregado.
TMN	: Tamaño máximo nominal del agregado.
mf	: Módulo de fineza del agregado fino.
mg	: Módulo de fineza del agregado grueso.
a/c	: Relación agua/cemento.
ASTM	: American Society of Testing Materials.
ACI	: American Concrete Institute.
NTP	: Norma Técnica Peruana.

## CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

#### 3.1.1. UBICACIÓN DE LA CANTERA DE LOS AGREGADOS

Los agregados usados para el presente trabajo de investigación fueron extraídos de la cantera Isla, ubicada aproximadamente a 10 Km. al oeste de la ciudad de Juliaca.

Se optó por esta cantera porque son de buena calidad, cercana, y son utilizados en buena parte en obras civiles de la ciudad de Juliaca.



Figura 9. Extracción de los agregados de la cantera Isla - Juliaca

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.1.2. ENSAYOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

##### 3.1.2.1. CONTENIDO DE HUMEDAD

###### 3.1.2.1.1. Introducción

En los agregados existen poros, los cuales encuentran en la intemperie y pueden estar llenos con agua, estos poseen un grado de

humedad el cual es de gran importancia ya que con el podríamos saber si nos aporta agua a la mezcla.

En los cálculos para el proporcionamiento del concreto se considera al agregado en condición de saturado superficialmente seco, es decir, con todos sus poros abiertos llenos de agua y libre de humedad superficial. Esta situación, que no es correcta en la práctica, conviene para fines de clasificación.

Si el agregado está saturado y superficialmente seco no puede absorber ni ceder agua durante el proceso de mezcla. Sin embargo, un agregado parcialmente seco resta agua, mientras que el agregado mojado, superficialmente húmedo, origina un exceso de agua en el concreto. En estos casos es necesario reajustar el contenido de agua, a fin que el contenido de agua resulte el correcto.

El contenido de humedad o agua total del agregado es la diferencia entre el estado actual de humedad del mismo y el estado seco.<sup>1</sup>

#### **3.1.2.1.2. Objetivos**

- Establecer el método de ensayo para determinar el porcentaje de humedad total en una muestra de agregado fino por medio del secado.
- Determinar el contenido de la humedad total para asegurar la calidad y uniformidad dadas al producir la mezcla de concreto.
- Conocer el uso del calor, como el medio más apropiado para hacer la extracción de la humedad en agregados.

---

<sup>1</sup> II Congreso Internacional de la CONTRUCCIÓN Y EXPOCON 2004, Fecha 2004, Naturaleza y materiales del concreto, pág. 159

- Saber sobre la relación que existe entre la humedad total, la humedad superficial y la absorción.

#### 3.1.2.1.3. Materiales y equipos

- Balanza. con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso.
- Horno.
- Recipiente. Se utiliza para introducir la muestra en el horno.

#### 3.1.2.1.4. Base teórica

Los agregados pueden tener algún grado de humedad lo cual está directamente relacionado con la porosidad de las partículas. La porosidad depende a su vez del tamaño de los poros, su permeabilidad y la cantidad o volumen total de poros.

El contenido de humedad en los agregados se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$P = \left( \frac{W - D}{D} \right) * 100$$

Donde,

P: es el contenido de humedad (%)

W: es el peso inicial de la muestra (gr.)

D: es el peso de la muestra seca (gr.)

### 3.1.2.1.5. Datos y resultados de laboratorio



Figura 10. Ensayo de contenido de humedad

FUENTE: Elaboración propia

#### a) Agregado fino

Tabla N°6. Contenido de Humedad - agregado fino

N° de tarro		<b>N° 01</b>
Peso de tarro (gr.)		37.4
Peso de tarro + m. húmeda (gr.)		494.66
Peso de tarro + m. seca (gr.)		481.65
Peso de la m. húmeda (gr.)	W	<b>457.26</b>
Peso del agua (gr.)		<b>13.01</b>
Peso de muestra seca (gr.)	D	<b>444.25</b>
Contenido de humedad W (%)	P	<b>2.93</b>

FUENTE: Elaboración propia

## b) Agregado grueso

**Tabla N°7. Contenido de Humedad - agregado grueso**

N° de tarro		<b>N°02</b>
Peso de tarro (gr.)		37.88
Peso de tarro + m. húmeda (gr.)		507.23
Peso de tarro + m. seca (gr.)		496.37
Peso de la m. humedad (gr.)	W	<b>469.35</b>
Peso del agua (gr.)		<b>10.86</b>
Peso de muestra seca (gr.)	D	<b>458.49</b>
Contenido de humedad W (%)	P	<b>2.37</b>

*FUENTE: Elaboración propia*

### 3.1.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADOS

#### 3.1.2.2.1. Introducción

Los agregados constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. El termino agregados comprende las arenas, gravas naturales y la piedra triturada utilizada para preparar morteros y concretos.<sup>2</sup>

#### 3.1.2.2.2. Objetivos

- Establecer los requisitos de gradación y calidad para los agregados (finos y gruesos) para uso en concreto.
- Determinar el porcentaje de peso de los diferentes tamaños del agregado (fino y grueso) y con estos datos construir su curva granulométrica.
- Calcular si los agregados (fino, grueso) se encuentran dentro de los límites para hacer un buen diseño de mezcla.

<sup>2</sup> Abanto Castillo, Flavio. "Tecnología del Concreto"

- Determinar mediante el análisis de tamizado la gradación que existe en una muestra de agregados (fino, grueso).
- Conocer el procedimiento para escoger un agregado grueso y fino en el diseño de mezcla, para elaborar un concreto de buena calidad.

### 3.1.2.2.3. Materiales y equipos

- Balanza. Una balanza con precisión dentro del 0.1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso.
- Serie de Tamices.
- Se utilizaron los siguientes tamices: tamiz 1½", 1", ¾", ½", 3/8", # 4 Fondo para el Agregado Grueso; el tamiz # 4, # 8, # 16, # 30, # 50, # 100, # 200 y fondo para el Agregado Fino.

### 3.1.2.2.4. Base teórica

Se define como granulometría a la distribución por tamaños de las partículas de agregado. Ello se logra separando el material por procedimiento mecánico empleando tamices de aberturas cuadradas determinadas.

La serie de tamices que se emplean para clasificar agrupados para concreto se ha establecido de manera que la abertura de cualquier tamiz sea aproximadamente la mitad de la abertura del tamiz inmediatamente superior, o sea, que cumplan con la relación 1 a 2.<sup>3</sup>

Fórmula.

$$\% \text{ Retenido} = \left( \frac{\text{Peso de material retenido en tamiz}}{\text{Peso total de la muestra}} \right) * 100$$

Fórmula.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

---

<sup>3</sup> II Congreso Internacional de la CONTRUCCIÓN Y EXPOCON 2004, Fecha 2004, Naturaleza y materiales del concreto, pág. 312

Los resultados de un análisis granulométrico también se pueden representar en forma gráfica y en tal caso se llaman curvas granulométricas.

Gran número de granulometrías de agregados fino o grueso, o de una combinación de ambos, pueden dar un módulo de fineza determinado. Esta es la principal desventaja del empleo de este factor, el cual se utiliza como un índice de control de uniformidad de materiales.

$$MF = \frac{\% \text{ Retenido Acumulado}}{100}$$

Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.3 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina, 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa.<sup>4</sup>

### 3.1.2.2.5. Datos y resultados de laboratorio



*Figura 11. Ensayo de Análisis Granulométrico*

**FUENTE:** *Elaboración propia*

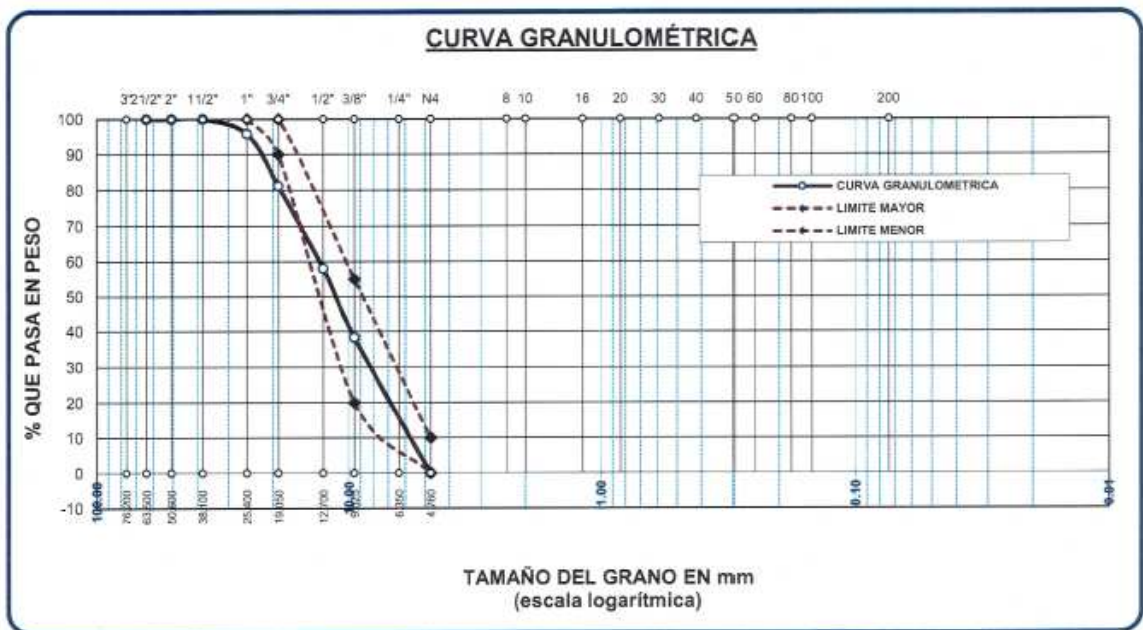
<sup>4</sup> II Congreso Internacional de la CONSTRUCCIÓN Y EXPOCON 2001, Fecha 2004, Naturaleza y materiales del concreto, pág. 313



a) Agregado grueso

Tabla N°8. Análisis granulométrico - agregado grueso

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	145.00	4.14	4.14	95.86	100 %	
3/4"	19.050	515.00	14.71	18.86	81.14	90 - 100 %	
1/2"	12.700	809.00	23.11	41.97	58.03		
3/8"	9.525	689.00	19.69	61.66	38.34	20 - 55 %	
1/4"	6.350						
No4	4.760	1342.00	38.34	100.00	0.00	0 - 10 %	
BASE		0.00	0.00	0.0	100.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.00					

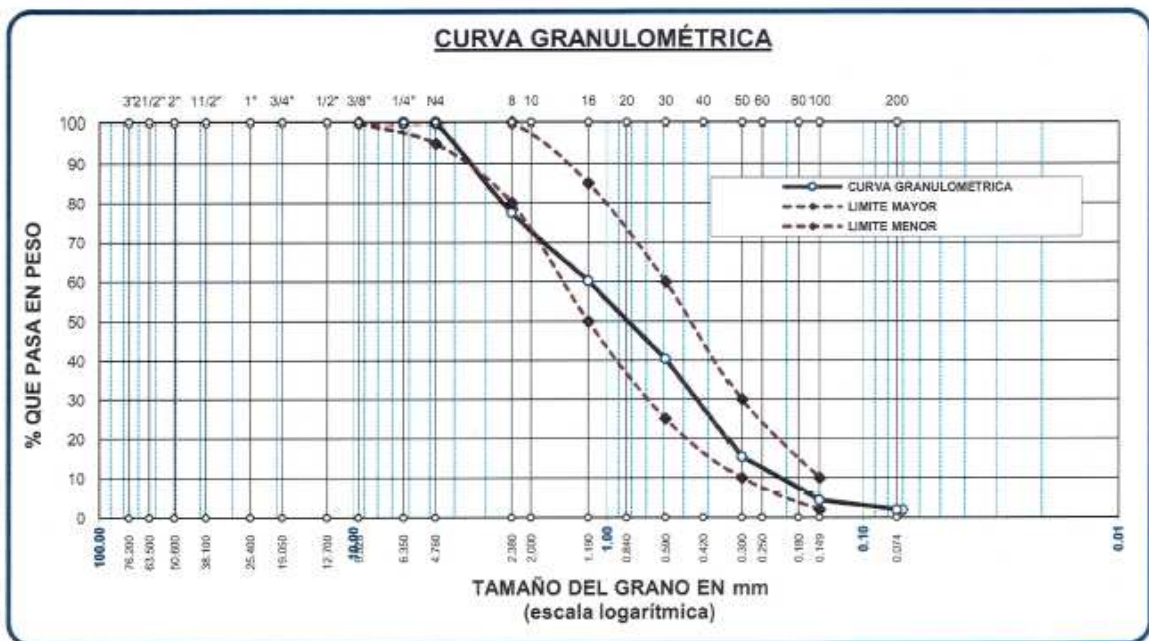


FUENTE: Elaboración propia

**b) Agregado fino**

**Tabla N°9. Análisis granulométrico – agregado fino**

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	80 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.02
No8	2.380	112.32	22.46	22.46	77.54		
No10	2.000						
No16	1.190	86.74	17.35	39.81	60.19	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	98.93	19.79	59.60	40.40	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	124.92	24.98	84.58	15.42	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	54.80	10.96	95.54	4.46	2-10%	
No200	0.074	13.06	2.61	98.15	1.85		
BASE		9.23	1.85	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PÉRDIDA		1.85					



FUENTE: Elaboración propia

**3.1.2.3. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE AGREGADOS**

**3.1.2.3.1. Introducción**

La densidad del concreto es la relación del volumen de sólidos al volumen total de una unidad cúbica. Puede también entenderse como

el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido.

El peso unitario del concreto es el peso varillado de una muestra representativa del concreto. Se expresa en kilos por metro cúbico.

#### **3.1.2.3.2. Objetivos**

- Determinar la masa por unidad de volumen de una muestra de agregado (<100 T.M.N.) en estado suelto y estado apisonado o compactado.

#### **3.1.2.3.3. Materiales y equipos**

- Balanza con sensibilidad de 0.1% de la masa del material
- Varilla compactadora
- Recipiente de medida de 10 dm<sup>3</sup>
- Recipiente de medida con capacidad mínima a la dependiendo del tamaño máximo del agregado.

#### **3.1.2.3.4. Base teórica**

Este ensayo sirve para determinar la masa por unidad de volumen de una muestra de agregado, para agregados que no sean mayores de 100 mm de Tamaño Máximo Nominal.

Usando los datos obtenidos de la aplicación de las Normas NTC 237 y NTC 176 a la misma muestra, se puede calcular el porcentaje de vacíos (espacios con aire) en la muestra.

**3.1.2.3.5. Datos y resultados de laboratorio**



Figura 12. Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado de agregado fino y agregado grueso

FUENTE: Elaboración propia

**a) Agregado fino**

El promedio de tres mediciones del diámetro y altura del molde utilizado en el ensayo que se muestra en la figura anterior se tiene: D = 15.23cm, H = 11.61cm.

**Peso unitario suelto**

**Tabla N° 10. Peso unitario suelto - agregado fino**

Molde N°01	I	II	III
Peso del molde (gr.)	5980.000	5980.000	5980.000
Peso del molde + muestra (gr.)	9380.000	9365.000	9410.000
Peso de la muestra (gr.)	3400.000	3385.000	3430.000
Volumen del mode (cm <sup>3</sup> )	2115.373	2115.373	2115.373
Peso unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	1.607	1.600	1.621
Peso unitario húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1610		

FUENTE: Elaboración propia

## Peso unitario compactado

**Tabla N°11. Peso unitario compactado - agregado fi no**

Molde N°01	I	II	III
Peso del molde (gr.)	5980.000	5980.000	5980.000
Peso del molde + muestra (gr.)	9575.000	9575.000	9585.000
Peso de la muestra (gr.)	3595.000	3595.000	3605.000
Volumen del mode (cm <sup>3</sup> )	2115.373	2115.373	2115.373
Peso unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	1.699	1.699	1.704
Peso unitario húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1701		

**FUENTE:** *Elaboración propia*

## b) Agregado grueso

El promedio de tres mediciones del diámetro y altura del molde utilizado en el ensayo que se muestra en la figura anterior se tiene: D = 15.23cm, H = 17.94cm.

### - Peso unitario suelto

**Tabla N°12. Peso unitario suelto - agregado grueso**

Molde N°02	I	II	III
Peso del molde (gr.)	7200.000	7200.000	7200.000
Peso del molde + muestra (gr.)	12065.000	12110.000	12090.000
Peso de la muestra (gr.)	4865.000	4910.000	4890.000
Volumen del mode (cm <sup>3</sup> )	3267.400	3267.400	3267.400
Peso unitario (gr/cm <sup>3</sup> )	1.489	1.503	1.497
Peso unitario húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	1496		

**FUENTE:** *Elaboración propia*

### - Peso unitario compactado

**Tabla N°13. Peso unitario compactado - agregado gr ueso**

Molde N°02	I	II	III
Peso del molde (gr.)	7200.000	7200.000	7200.000
Peso del molde + muestra (gr.)	12325.000	12365.000	12460.000
Peso de la muestra (gr.)	5125.000	5165.000	5260.000
Volumen del mode (cm3)	3267.400	3267.400	3267.400
Peso unitario (gr/cm3)	1.569	1.581	1.610
Peso unitario húmedo (kg/m3)	1586		

FUENTE: *Elaboración propia*

### 3.1.2.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

#### 3.1.2.4.1. Introducción

El peso específico de los agregados, que se expresa también como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso límite. Además, el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales.<sup>5</sup>

#### 3.1.2.4.2. Objetivos

- ▲ Determinar la densidad y la absorción de los agregados.
- ▲ Calcular la densidad y absorción de una cierta muestra de agregado (fino y grueso).
- ▲ Determinar el tipo de agregado (fino y grueso)
- ▲ Conocer la importancia y cómo influye la densidad y absorción que tienen los agregados en una mezcla de concreto.

<sup>5</sup> II Congreso Internacional de la CONSTRUCCIÓN Y EXPOCON 2001, Fecha 2004, Naturaleza y materiales del concreto, pág. 153

### 3.1.2.4.3. Materiales y equipos

#### a) Para el agregado grueso

- Balanza
- Recipiente de muestra
- Tamices. Tamiz N°4 o 4.75 mm.

#### b) Para el agregado fino

- Balanza
- Picnómetro
- Molde metálico
- Pisón metálico

### 3.1.2.4.4. Base teórica

- **Peso específico de masa**

El cual es definido por la Norma ASTM C 128 como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable (incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.

- **Fórmulas**

- **Densidad aparente**

$$D = \frac{A}{B - C}$$

Dónde:

- A. Es la masa en el aire de la muestra de ensayo secada al horno (grs).

- B. Es la masa en el aire de la muestra de ensayo saturada y superficialmente seca (grs).
- C. Es la masa en el agua de la muestra de ensayo saturada (grs)

- **Densidad aparente (Saturada y superficialmente seca)**

$$D = \frac{B}{B - C}$$

- **Densidad nominal**

$$D = \frac{A}{A - C}$$

- **Absorción**

$$\text{Absorción} = \left( \frac{B - A}{A} \right) * 100$$

### 3.1.2.4.5. Datos y resultados de laboratorio



Figura 13. Ensayo de Peso Específico

FUENTE: Elaboración propia



### a) Agregado fino

**Tabla N°14. Peso específico y absorción - agregado fino**

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 487.63
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	112.32	22.46	22.46	77.54	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1311.01
N° 16	86.74	17.35	39.81	60.19	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1615.09
N° 30	98.93	19.79	59.60	40.40	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	124.92	24.98	84.58	15.42	Wc+B =	1811                      Wc+B-W = 196
N° 100	54.80	10.96	95.54	4.46	Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	13.06	2.61	98.15	1.85	10.33	
FONDO	9.23	1.85	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
SUMA	500.00	100.00			B =	500.00                      B-A = 12.37
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 2.54 \%$
Mf = MÓDULO DE FINEZA						3.02

FUENTE: Elaboración propia

### b) Agregado grueso

**Tabla N°15. Peso específico y absorción - Agregado grueso**

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100	A	-Peso de muestra secada al horno = 785.14
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	145	4.14	4.14	95.86	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1311.01
3/4"	515	14.71	18.86	81.14	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1795.35
1/2"	809	23.11	41.97	58.03	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	689	19.69	61.66	38.34	Wc+B =	2111                      Wc+B-W = 316
1/4"					Pe =	$\frac{B}{Wc+B-W} = 2.53 \text{ gr/cm}^3$
N° 4	1342	38.34	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	B =	800.00                      B-A = 14.86
SUMA	3500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = 1.89 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

FUENTE: Elaboración propia

### 3.1.2.5. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO (T.M.)

Del análisis granulométrico del agregado grueso tenemos

TAMICES ASTM	PESO RETENIDO	%RETENIDO PACIAL	%RETENIDO ACUMULADO
2"	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	100.00
1"	145.00	4.14	4.14
3/4"	515.00	14.71	18.86
1/2"	809.00	23.11	41.97
3/8"	689.00	19.69	61.66

De la definición: "El tamaño máximo del conjunto de agregados, está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más, al cribar por ella el agregado más grueso" (Abanto Castillo, 1995, pág. 33)

La malla que retiene el 15% está entre la de 1" y la de 3/4", entonces el tamaño máximo de nuestro agregado es:

$$T.M. = 1"$$

### 3.1.2.6. DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO (T.M.N.)

El tamaño máximo nominal del agregado, es el tamaño siguiente inferior del tamaño máximo (T.M.)

Por lo tanto, el tamaño máximo nominal de nuestro agregado es:

$$T.M.N. = 3/4"$$

### 3.1.3. DISEÑO DE MEZCLA

En el presente trabajo de investigación el diseño de mezcla se realizó por el método del comité 211 del ACI.

**DATOS:**

Cemento RUMI tipo IP

Requerimiento de resistencia a compresión del concreto  $F'c = 210$   
 kg/cm<sup>2</sup>

Peso específico del cemento  $Pe = 3.15$  gr/cm<sup>3</sup>

Peso específico del agua  $Pe$  Agua =  $1000$  kg/m<sup>3</sup> =  $1$  gr/cm<sup>3</sup>

Slump = 3"

**Tabla N° 16. Datos de los agregados para el diseño de mezcla:**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	AGREGADOS	
		FINO	GRUESO
CANTERA PROCEDENCIA: ISLA			
TAMAÑO MAXIMO	Pulg.	N° 4	3/4"
PESO ESPECÍFICO	Gr/cm <sup>3</sup>	2.55	2.53
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>	1610	1496
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m <sup>3</sup>	1701	1586
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2,93	2,37
ABSORCIÓN	%	2,54	1,89
MODULO DE FINEZA		3,02	-

**FUENTE:** Elaboración propia

**3.1.3.1. CÁLCULO DE  $F'cr$  (resistencia promedio requerida)**

Quando no tenemos registros de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores utilizamos la siguiente tabla:

**Tabla N° 17. Resistencia promedio requerida**

$F'c$	$F'cr$
Menos de 210	$F'c + 70$
210-350	$F'c + 84$
>350	$F'c + 98$

**FUENTE:** (Rivva López E. , 1992)

Como nuestro diseño de mezcla es para  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, nuestra Resistencia Promedio Requerida será:  $f'cr = f'c + 84$

$$f'_{cr} = 210 + 84$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

### 3.1.3.2. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Teniendo el tamaño máximo nominal (TMN) de 3/4" obtenemos el contenido de aire atrapado en la siguiente tabla:

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Aire atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

FUENTE: Tablas ACI

Aire atrapado = 2.0%

### 3.1.3.3. CONTENIDO DE AGUA

Con datos del Tamaño Máximo Nominal (TMN) del agregado (TMN = 3/4") y el Slamp o asentamiento (Slamp = 3") ubicamos la cantidad de agua que corresponde para nuestra mezcla.

**Tabla N°18. Volumen unitario del agua**

ASENTAMIENTO	AGUA EN L/M3 DE CONCRETO PARA LOS TAMAÑOS NOMINALES MÁXIMOS DEL AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIA INDICADA							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
<b>CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO</b>								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-
total de Aire	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

FUENTE: Enrique Rivva López (1992) "DISEÑO DE MEZCLAS"

$$\text{Agua} = 205 \text{ kg/m}^3 = 205 \text{ kg/m}^3$$

### 3.1.3.4. RELACIÓN AGUA CEMENTO (a/c)

Se conoce como relación agua cemento (a/c) a la razón existente entre el peso del agua con respecto al peso del cemento, es decir:

$$a/c = \text{Peso del agua} / \text{Peso del cemento}$$

Con los datos de Resistencia Promedio Requerida  $F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ , hacemos uso de la tabla N°20:

**Tabla N°19. Relación agua/cemento en peso**

f'c (Kg/cm2)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71

200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

FUENTE: Tablas ACI

Interpolando para  $F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$ :

$$\frac{a/c - 0.62}{0.55 - 0.62} = \frac{294 - 250}{300 - 250}$$

De donde se tiene que  $a/c = 0.56$

### 3.1.3.5. CONTENIDO DE CEMENTO

Teniendo la relación agua/cemento  $a/c = 0.56$  y la cantidad de agua  $a = 205 \text{ Lt/m}^3$ , obtenemos la cantidad de cemento.

$$\frac{a/c = 0.56}{c} = 0.56$$

De donde la cantidad de cemento es:

$$\text{cemento} = 366 \text{ kg/m}^3$$

Sabemos que en la actualidad la bolsa de cemento contiene 42.5 kg, entonces calculamos la cantidad de bolsas de cemento en bolsas:

$$\text{Factor } C = 366 \text{ kg/m}^3 * \left( \frac{1 \text{ Bls}}{42.5 \text{ kg}} \right) = 8.61 \text{ Bls/m}^3$$

### 3.1.3.6. PESO DE AGREGADO GRUESO

En la siguiente tabla se muestra el volumen de agregado, en  $\text{m}^3$ , con base al peso volumétrico varillado seco (PVV), para un  $\text{m}^3$  de concreto. Este volumen se convierte a peso seco del agregado grueso

requerido en un  $m^3$  de concreto, multiplicándolo por el peso volumétrico varillado en seco por  $m^3$  de agregado grueso.

**Tabla N°20. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino**

Tamaño máximo nominal del agregado		Volumen de agregado grueso* varillado en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino			
		2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 mm	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 mm	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
19 mm	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25 mm	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 mm	1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
50 mm	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
75 mm	3"	0.82	0.8	0.78	0.76
150 mm	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

FUENTE: Tablas ACI

Con los datos que se tiene de Módulo de Fineza del agregado fino = 3.02, el Peso Unitario Compactado del agregado grueso = 1586  $kg/m^3$  y el tamaño máximo nominal del agregado TMN = 3/4"

Extrapolando para éstos datos se tiene:

$$\frac{b}{b_0} = 0.598$$

Reemplazamos en la ecuación:

$$\text{Peso del A. G.} = \frac{b}{b_0} * \text{Peso u. s. c.}$$

$$\text{Peso del A. G.} = 0.598 * 1586 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del A. G.} = 948 \text{ kg/m}^3$$

### 3.1.3.7. VOLUMEN ABSOLUTO

Ahora que ya tenemos la cantidad de materiales, excepto la cantidad de agregado fino vamos a proceder determinar los volúmenes

de los materiales para un metro cúbico para luego determinar por diferencia el volumen de agregado fino. Utilizaremos el método de volumen absoluto:

$$\text{Volumen de cemento} = \frac{366 \text{ kg}}{3.15 \text{ gr/cm}^3 * 1000} = 0.116 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agua} = \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de aire atrapado} = \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de agregado grueso} = \frac{948 \text{ kg}}{2.53 \text{ gr/cm}^3 * 1000} = 0.375 \text{ m}^3$$

$$\text{La sumatoria de los volúmenes calculados es: } \sum \text{Vol.} = 0.716 \text{ m}^3$$

Entonces el volumen de agregado fino para un metro cúbico es:

$$\text{Volumen de agregado fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.716 \text{ m}^3 = 0.284 \text{ m}^3$$

### 3.1.3.8. CÁLCULO DE PESO DEL AGREGADO FINO

Por lo tanto el peso requerido de agregado fino para un metro cúbico es:

$$\text{Peso del A.F.} = 0.284 \text{ m}^3 * 2.55 \text{ gr/cm}^3 * 1000 = 724 \text{ kg/m}^3$$

### 3.1.3.9. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO PARA UN METRO CUBICO DE CONCRETO

$$\text{Cemento} = 366 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 724 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = 948 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 205 \text{ kg/m}^3 = 205 \text{ Lt/m}^3$$

### 3.1.3.10. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

#### a) Determinación de pesos húmedos



Sabemos que:

$$\text{Agregado fino húmedo} = \text{Agregado fino seco} * \left( \frac{W\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} = \text{Agregado grueso seco} * \left( \frac{W\%}{100} + 1 \right)$$

Entonces tenemos:

$$\text{Agregado fino húmedo} = 724 * \left( \frac{2.93}{100} + 1 \right) = 745 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso húmedo} = 948 * \left( \frac{2.37}{100} + 1 \right) = 970 \text{ kg/m}^3$$

## b) Determinación del agua a añadir

$$\text{Agua a añadir} = \frac{(\%W - \%abs) * \text{Peso Agregado seco}}{100}$$

$$\text{Agua a añadir A.F.} = \frac{(2.93 - 2.54) * 724}{100} = 2.82 \text{ L}$$

$$\text{Agua a añadir A.G.} = \frac{(2.37 - 1.89) * 948}{100} = 4.55 \text{ L}$$

## c) Determinación de agua efectiva

*Agua efectiva = Agua neta de mezclado*

$$- \frac{(\%W - \%abs) * \text{Peso A.F. seco}}{100}$$

$$- \frac{(\%W - \%abs) * \text{Peso A.G. seco}}{100}$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 - \frac{(2.93 - 2.54) * 724}{100} - \frac{(2.37 - 1.89) * 948}{100}$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 - 2.82 - 4.55$$

$$\text{Agua efectiva} = 198 \text{ kg/m}^3 = 198 \text{ Lt/m}^3$$

### 3.1.3.11. PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
366 kg	724 kg	948 kg	198 Lt
366/366	724/366	948/366	198/8.61
<b>1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.6</b>	<b>23.0</b>

Proporcionamiento del diseño: **1:2:2.6:23 Lt**

### 3.1.3.12. DOSIFICACIÓN POR TANDAS:

a) Para una tanda de una probeta cilíndrica:

$$V_{tanda} = \frac{3.14159 * 0.15^2}{4} * 0.30 = 0.00532 \text{ m}^3$$

CEMENTO	1947 gr
AGREGADO FINO	3852 gr
AGREGADO GRUESO	5043 gr
AGUA	1053 gr

b) Para una tanda de una probeta prismática:

$$V_{tanda} = 0.15 * 0.15 * 0.51 = 0.01148 \text{ m}^3$$

CEMENTO	4202 gr
AGREGADO FINO	8312 gr
AGREGADO GRUESO	10883 gr
AGUA	2273 gr

c) Dosis de fibra de acero por tanda:

Se ha adicionado en  $15 \text{ kg/m}^3$ ,  $25 \text{ kg/m}^3$  y  $35 \text{ kg/m}^3$  del peso de concreto.

1 PROBETA	15 kg/m <sup>3</sup>	25 kg/m <sup>3</sup>	35 kg/m <sup>3</sup>
Cilíndrica	79.8 gr.	133 gr.	186.2 gr.
Prismática	172.2 gr.	287 gr.	401.8 gr.

### 3.1.4. ELABORACIÓN DEL CONCRETO NORMAL (CN) Y CONCRETO CON FIBRA DE ACERO (CFA)

#### 3.1.4.1. INTRODUCCIÓN

La resistencia del concreto no puede probarse en condición plástica, por lo que el procedimiento acostumbrado consiste en tomar muestras durante el mezclado las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión y en el caso de pavimentos se somete a pruebas de flexión.

Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de las propiedades del concreto mejoran al incrementarse esta resistencia.

#### 3.1.4.2. OBJETIVOS

Establecer el procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración como se describe en la presente norma.

#### 3.1.4.3. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

- ❖ Mezcladora
- ❖ Moldes de probetas cilíndricas y prismáticas
- ❖ Varilla de 5/8"
- ❖ Martillo

- ❖ Cucharón
- ❖ Bandeja
- ❖ badilejo
- ❖ Balde



*Figura 14. Equipos, herramientas y materiales utilizados en la elaboración del concreto*

*Fuente: Elaboración propia*

#### **3.1.4.4. PROCEDIMIENTO**

- Previo al inicio de mezclado, se humedeció la mezcladora, ya que ésta absorbe una cantidad de agua considerable.
- Iniciamos con la rotación de la mezcladora, añadiendo aproximadamente el 70% del agua de diseño, y a continuación añadimos el agregado grueso, agregado fino y cemento, se debe dejar mezclando por lo menos 1 minuto para luego añadir la cantidad correspondiente de fibra de acero Sika Fiber CHO 65/35 NB, con este elemento también se debe dejar mezclar como mínimo 1 minuto o hasta que estas fibras se despeguen totalmente entre ellas y se tenga una mezcla homogénea.
- Una vez preparada la mezcla se procede a colocar el concreto en la bandeja metálica para luego proceder a realizar el ensayo Slump (asentamiento).

- Una vez verificada la consistencia del concreto, se procede a elaborar las probetas cilíndricas y prismáticas, colocándolos el concreto fresco en los moldes correspondientes.



*Figura 15. Elaboración de probetas cilíndricas y prismáticas*

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.1.5. ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO**

#### **3.1.5.1. Ensayo Slump o de asentamiento en el cono de Abrams**

##### **3.1.5.1.1. Introducción**

El ensayo de consistencia, llamado también de revestimiento o “slump Test”, es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba desarrollada por Dulf Abrams, fue adoptada en 1921 por el ASTM y revisada finalmente en 1978.

##### **3.1.5.1.2. Objetivo**

Determinar el valor del asentamiento del concreto en el presente trabajo de investigación. Si resulta o no el valor dentro del rango de consistencia plástica considera en el diseño de mezcla.

### 3.1.5.1.3. Materiales y equipos

- MOLDE (CONO DE ABRAMS)
- VARILLA COMPACTADORA.
- MUESTRA

### 3.1.5.1.4. Procedimiento

El procedimiento a seguir está en las normas indicadas para este ensayo. Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, planta, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra del concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente.

### 3.1.5.1.5. Resultados de laboratorio



Figura 16. Ensayo de Asentamiento en Cono de Abrams o Slump

Fuente: *Elaboración propia*

En la figura 17. Se muestra el proceso del ensayo Slump, del cual se obtuvo un asentamiento o Slump de 3.4", lo cual está en el rango de lo asumido para el diseño de mezcla de concreto.

### 3.1.6. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE PROBETAS

Para la determinación de cantidad de probetas cilíndricas como prismáticas se consideró las recomendaciones del Comité ACI 318-08 "Requisitos de Reglamento para concreto estructural", que en su inciso 5.6.2.4 nos indica textualmente que un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos (02) probetas de 6"(150mm)x12"(300mm) o de al menos tres (03) probetas de 4"(100mm)x8"(200mm), preparadas de la misma muestra de concreto.

Por ésta razón se decidió elaborar la cantidad de 24 probetas cilíndricas de 6"x12" y 24 probetas prismáticas de 6"x6"x20"; como se detalla a continuación:

**Tabla N°21. Cantidad de probetas cilíndricas y prismáticas**

PROBETAS CILÍNDRICAS	ENSAYO A LOS 7 DÍAS	ENSAYO A LOS 14 DÍAS	ENSAYO A LOS 28 DÍAS	SUB TOTAL
CN (Concreto Normal)	2	2	2	6
CFA 15 Kg/m <sup>3</sup>	2	2	2	6
CFA 25 Kg/m <sup>3</sup>	2	2	2	6
CFA 35 Kg/m <sup>3</sup>	2	2	2	6
<b>TOTAL</b>				<b>24</b>
PROBETAS PRISMÁTICAS	ENSAYO A LOS 7 DÍAS	ENSAYO A LOS 14 DÍAS	ENSAYO A LOS 28 DÍAS	SUB TOTAL
CN (Concreto Normal)	2	2	2	6
CFA 15 Kg/m <sup>3</sup>	2	2	2	6
CFA 25 Kg/m <sup>3</sup>	2	2	2	6
CFA 35 Kg/m <sup>3</sup>	2	2	2	6
<b>TOTAL</b>				<b>24</b>

**FUENTE:** Elaboración propia

### **3.1.6.1. PROCEDIMIENTO**

MEZCLA CON TROMPO MEZCLADOR DE CONCRETO. Se realizó la mezcla en un trompo mezclador de concreto eléctrico utilizando el siguiente procedimiento.

Se colocó agua a la mezcladora, en seguida el cemento y los agregados finos y agregado grueso mezclándolo y finalmente adicionamos la fibra de acero en sus diferentes cantidades. Se mezcló lo suficiente para obtener una mezcla homogénea y de consistencia deseada.

### **3.1.6.2. VACIADO DEL CONCRETO**

#### **LUGAR DEL MOLDEO.**

El moldeo se realizó en las instalaciones del "laboratorio de suelos concreto y asfaltos" que es un lugar adecuado para su endurecimiento sin que puedan presentarse inconvenientes en los siguientes 24 horas. Los moldes se cubren inmediatamente después de su elaboración, con una plástica para que no pueda ser manipulada por los estudiantes que hacen uso de dicho laboratorio.

#### **APISONADO POR VARILLADO.**

El concreto hemos colocado en los moldes correspondientes con el número de capas requeridas (hasta 300.0mm, 3 capas iguales) aproximadamente del mismo volumen. Se apisona cada capa con la parte redonda de la varilla, utilizando el número de golpes y el tamaño de la varilla especificado en la tabla N° 23. La capa inicial se apisona introduciendo la varilla hasta el fondo del molde. La distribución de golpes para cada capa debe ser uniforme sobre toda la sección transversal del molde.



**Tabla N°22. Número de golpes con la varilla por capa**

CILINDROS		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de la varilla en mm (pulgadas)	Número de golpes por capa
50 (2") a 150 (6")	10(3/8)	25
150 (6")	16(5/8)	25
200(8")	16(5/8)	50
250(10")	16(5/8)	75

**FUENTE:** Enrique Rivva López (1992) "DISEÑO DE MEZCLAS"

Para cada capa superior a la inicial se debe atravesar aproximadamente en 12mm (1/2") la capa anterior cuando la profundidad de la capa sea menor de 100mm (4"); aproximadamente de 25mm (1") cuando la profundidad de la capa sea mayor de 100mm (4").

#### ACABADOS DE CILINDROS.

Después de la compactación, se debe efectuar el acabado de la superficie por medio de golpes con la varilla apisonadora cuando la consistencia del concreto lo permita o con un badilejo o llana de madera. Si se desea, puede colocarse una capa de pasta de cemento sobre el espécimen.

### 3.1.7. ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO

#### 3.1.7.1. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

##### 3.1.7.1.1. DESCRIPCIÓN

El ensayo se desarrolla de acuerdo al procedimiento indicado en la norma NTP 339.034 y ASTM C-39.

Las briquetas fueron elaboradas en moldes de dimensiones de 6"x12" tal como indica la norma, pero no obstante se deben realizar las mediciones antes de realizar los ensayos de compresión.

Se ensayaron dos cilindros por cada tipo de mezcla de concreto (distintas cantidades de fibra de acero adicionado) a 7, 14 y 28 días.

### 3.1.7.1.2. PROCEDIMIENTO

Siguiendo las indicaciones de la norma ASTM C-39, cada briqueta hemos verificado antes del ensayo a fin de asegurar la uniformidad de las medidas de los testigos a ser ensayados. Se midió dos veces el diámetro y la altura de cada briqueta.



*Figura 17. Medición de los especímenes cilíndricos con vernier*

*Fuente: Elaboración propia*

En seguida se procedió a colocar manualmente los especímenes al equipo de ensayo, asegurándonos de que estén bien centrados.



Figura 18. Colocación y rotura de los especímenes cilíndricos

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.7.1.3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los resultados obtenidos en los ensayo de resistencia a compresión se detallan en el ítem 3.2.1 (ensayos de resistencia a compresión).

### 3.1.7.2. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO

#### 3.1.7.2.1. DESCRIPCIÓN

El ensayo se desarrolla de acuerdo al procedimiento indicado en la norma ASTM C-78.

Las probetas prismáticas fueron elaboradas en moldes de dimensiones de 15x15x51 cm tal como indica la norma, pero no obstante se deben realizar las mediciones antes de realizar los ensayos de resistencia a flexión.

Se ensayaron dos prismas por cada tipo de mezcla de concreto (distintas cantidades de fibra de acero adicionado) a 7, 14 y 28 días.

### 3.1.7.2.2. PROCEDIMIENTO

Siguiendo las recomendaciones de la norma ASTM C-78, cada probeta prismática debe ser verificada antes del ensayo a fin de asegurar la uniformidad de las medidas de los testigos a ser ensayados. Se midió tres veces el diámetro y la altura de cada probeta prismática.



*Figura 19. Medición de los especímenes prismáticos con vernier*

*Fuente: Elaboración propia*

En seguida se procedió a colocar manualmente los especímenes al equipo de ensayo, asegurándonos de que estén bien ubicados y centrados entre los dos apoyos.



Figura 20. Colocación y rotura de especímenes prismáticos

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.7.2.3. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los resultados de las resistencias a flexión alcanzadas (valores cuantitativos) se detallan en el ítem 3.2.2 (ensayos de resistencia a flexión).



Figura 21. Muestra de los especímenes después del ensayo de resistencia a flexión

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

#### 3.2.1. ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

**Tabla N°23. Promedios de las resistencias a la com presión**

EDAD DEL CONCRETO	SIN FIBRA	FIBRA 15 kg/m <sup>3</sup>	FIBRA 25 kg/m <sup>3</sup>	FIBRA 35 kg/m <sup>3</sup>
7 Días	153 Kg/cm2	168 Kg/cm2	175 Kg/cm2	182 Kg/cm2
14 Días	187 Kg/cm2	204 Kg/cm2	213 Kg/cm2	216 Kg/cm2
28 Días	218 Kg/cm2	225 Kg/cm2	230 Kg/cm2	237 Kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

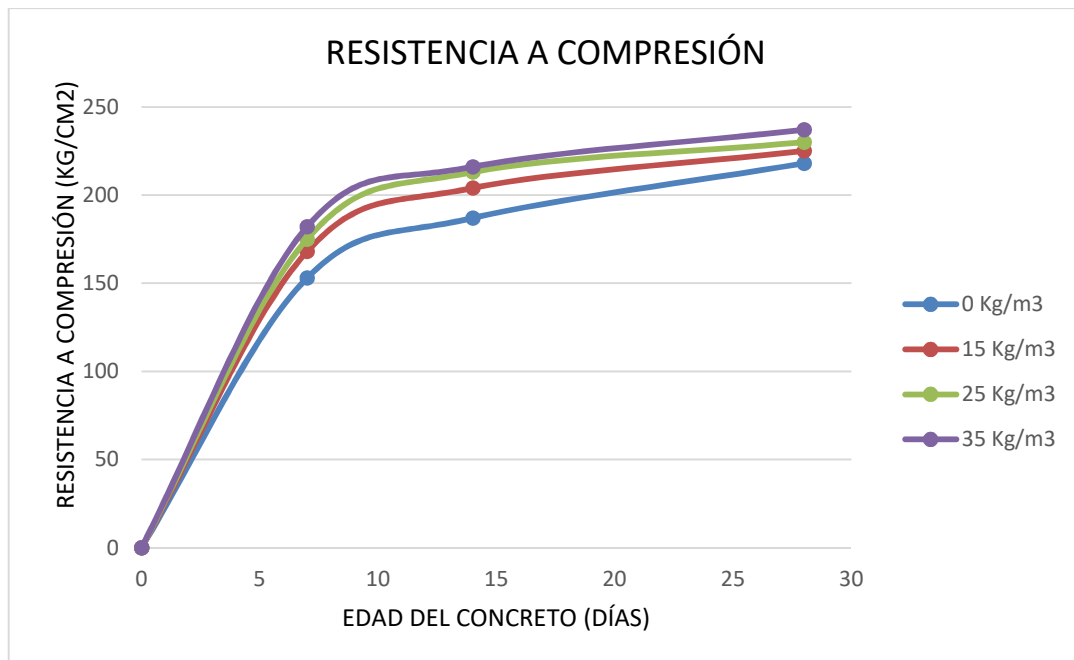


Figura 22. Comparación de las resistencias a la compresión de CN y CFA

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°24. Porcentaje de incremento de la resistencia a la compresión**

EDAD DEL CONCRETO	SIN FIBRA	FIBRA 15 kg/m <sup>3</sup>		FIBRA 25 kg/m <sup>3</sup>		FIBRA 35 kg/m <sup>3</sup>	
	Resistencia	Resistencia	Variación	Resistencia	Variación	Resistencia	Variación
7 Días	153kg/cm2	168kg/cm2	+9.8%	175kg/cm2	+14.4%	182kg/cm2	+19.0%
14 Días	187kg/cm2	204kg/cm2	+9.1%	213kg/cm2	+13.9%	216kg/cm2	+15.5%
28 Días	218kg/cm2	225kg/cm2	+3.2%	230kg/cm2	+5.5%	237kg/cm2	+8.7%

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2. ENSAYOS DE RESISTENCIA A FLEXIÓN

**Tabla N°25. Promedios de resistencias a la flexión**

EDAD DEL CONCRETO	SIN FIBRA	FIBRA 15 kg/m <sup>3</sup>	FIBRA 25 kg/m <sup>3</sup>	FIBRA 35 kg/m <sup>3</sup>
7 Días	28.55 Kg/cm <sup>2</sup>	32.61 Kg/cm <sup>2</sup>	33.95 Kg/cm <sup>2</sup>	37.62 Kg/cm <sup>2</sup>
14 Días	30.52 Kg/cm <sup>2</sup>	33.37 Kg/cm <sup>2</sup>	36.30 Kg/cm <sup>2</sup>	39.93 Kg/cm <sup>2</sup>
28 Días	32.92 Kg/cm <sup>2</sup>	33.87 Kg/cm <sup>2</sup>	38.34 Kg/cm <sup>2</sup>	42.90 Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: Elaboración propia

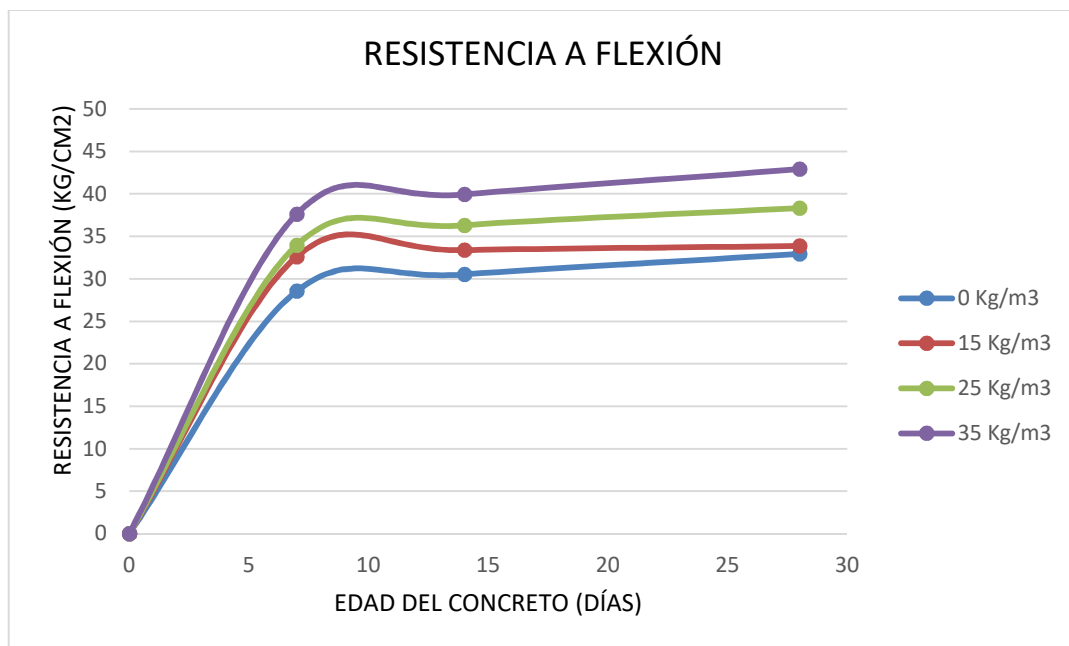


Figura 23. Comparación de las resistencias a la flexión de CN y CFA

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°26. Porcentaje de incremento de las resistencias a la flexión**

EDAD DEL CONCRETO	SIN FIBRA	FIBRA 15 kg/m <sup>3</sup>		FIBRA 25 kg/m <sup>3</sup>		FIBRA 35 kg/m <sup>3</sup>	
	Resistencia	Resistencia	Variación	Resistencia	Variación	Resistencia	Variación
7 Días	28.55kg/cm <sup>2</sup>	32.61kg/cm <sup>2</sup>	+14.2%	33.95kg/cm <sup>2</sup>	+18.9%	37.62kg/cm <sup>2</sup>	+31.8%
14 Días	30.52kg/cm <sup>2</sup>	33.37kg/cm <sup>2</sup>	+9.3%	36.30kg/cm <sup>2</sup>	+18.9%	39.93kg/cm <sup>2</sup>	+30.8%
28 Días	32.92kg/cm <sup>2</sup>	33.87kg/cm <sup>2</sup>	+2.9%	38.34kg/cm <sup>2</sup>	+16.5%	42.90kg/cm <sup>2</sup>	+30.3%

Fuente: Elaboración propia

## ANALISIS DE COSTOS

### COMPARACION ECONOMICA

#### *Cantidad De Materiales para 1m3 de concreto*

MATERIALES	UNIDAD	KG/M3	KG/UNIDAD	CANTIDAD
CEMENTO	BOL	366	42.5	8.618
AGREGADO FINO	M3	724	1610	0.450
AGREGADO GRUESO	M3	948	1496	0.634
FIBRA DE ACERO	BOL	25	20	1.25

#### *Precio Unitario Del Concreto Incorporado Con Fibra De Acero Sika 65/35*

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	PARCIAL
CEMENTO	BOL	8.618	21.5	185.287
AGREGADO FINO	M3	0.450	30	13.50
AGREGADO GRUESO	M3	0.634	30	19.02
FIBRA DE ACERO (25kg/m3)	BOL	1.25	255	318.75
				<b>S/. 536.557</b>
MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	PARCIAL
CEMENTO	BOL	8.618	21.5	185.287
AGREGADO FINO	M3	0.450	30	13.50
AGREGADO GRUESO	M3	0.634	30	19.02
FIBRA DE ACERO (35kg/m3)	BOL	1.75	255	446.25
				<b>S/. 664.057</b>

#### *Precio Unitario Del Concreto Convencional*

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO	PARCIAL
CEMENTO	BOL	8.618	21.5	185.287
AGREGADO FINO	M3	0.450	30	13.50
AGREGADO GRUESO	M3	0.634	30	19.02
				<b>S/. 217.807</b>



## **CAPÍTULO IV: PROCESO DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS**

### **4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL**

De acuerdo a las pruebas de hipótesis verificadas en el ítem 4.2 (pruebas de hipótesis específicas), se puede afirmar que tanto para resistencia a la compresión como para la resistencia a la flexión SE RECHAZA la hipótesis nula ( $H_0$ ) y por ende SE ACEPTA la hipótesis alternativa ( $H_1$ ).

$H_1$ : La adición de la fibra de acero al concreto influye significativamente en la propiedad de resistencia del concreto.

Por lo que la hipótesis planteada para el presente trabajo de investigación es válida o SE ACEPTA.

### **4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

#### **4.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

##### **4.2.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA ( $15 \text{ kg/m}^3$ )**

MUESTRA PATRÓN (1) : CONCRETO NORMAL (CN) – 28 DÍAS

MUESTRA COMPARA (2): CONCRETO CON FIBRA DE ACERO (CFA)  
– 28 DÍAS.

- 1. PARÁMETROS DE INTERÉS:** Datos obtenidos de Análisis estadístico de la Distribución de Frecuencias para Datos Agrupados.

TIPO DE MUESTRA	CN	CFA
CANTIDAD DE FIBRA DE ACERO INCORPORADO	<b>0 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>15 kg/m<sup>3</sup></b>
(CN - 17) - (CFA - 19) (kg/cm <sup>2</sup> )	215.79	226.86
(CN - 18) - (CFA - 20) (kg/cm <sup>2</sup> )	219.68	223.06
Número de muestras (n):	2	2
Media (u):	<b>217.735</b>	<b>224.960</b>
Varianza ( $\delta^2$ ):	7.566	7.220
Desviación estándar ( $\delta$ ):	2.751	2.687

## 2. HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA

### a. HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ):

$H_0$ = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 15 kg/m<sup>3</sup>, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto.

$$u_1 \geq u_2 \quad \text{Se rechaza si } (T_0 < T)$$

### b. HIPÓTESIS ALTERNATIVA ( $H_1$ ):

$H_1$ = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 15 kg/m<sup>3</sup>, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto

$$u_1 < u_2 \quad H_1 \text{ Unilateral con cola a la izquierda}$$

## 3. ESPECIFICACIÓN DEL NIVEL DE SIGNIFICANCIA ( $\alpha$ ):

Elegimos un nivel de confianza de 95%, por lo tanto el nivel de significancia es 5%.

$$\alpha = 5\% \quad \text{ó} \quad \alpha = 0.05$$

## 4. CÁLCULO DE LOS VALORES CRÍTICO Y DE PRUEBA:

### a. CÁLCULO DEL VALOR CRÍTICO:

Para lo cual, con los datos de significancia  $\alpha = 0.05$  y grado de libertad para dos muestras  $GL = n_1 + n_2 - 2$

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$GL = 2+2-2$$

$$GL = 2$$

Con éstos dos valores  $\alpha = 0.05$  y  $GL = 2$ , calculamos el valor crítico, utilizando la tabla "T de Student".

$$T = 2.920$$

Como la hipótesis alternativa propone un signo  $<$  entonces la cola del diagrama será hacia la izquierda, por lo tanto  $T = -2.920$

b. CÁLCULO DEL VALOR ESTADÍSTICO DE PRUEBA.

El estadístico de prueba o de contraste para la prueba con dos muestras independientes está dado por:

$$T_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)\delta_1^2 + (n_2 - 1)\delta_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

Donde:

$u_1, u_2$ : Medias de las muestras 1 y 2

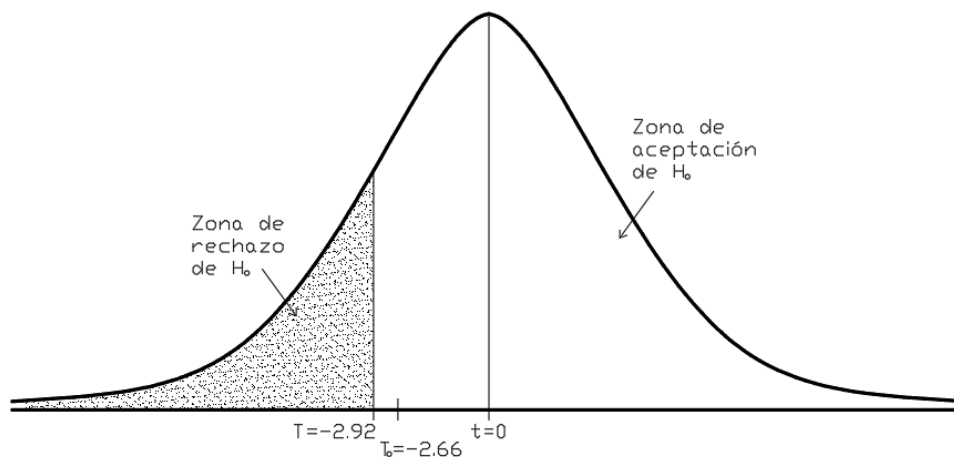
$\delta_1^2, \delta_2^2$ : Varianzas insesgadas de las muestras 1 y 2

$n_1, n_2$ : Tamaño de las muestras 1 y 2

$T_0$  se distribuye como una T de Student con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad

Reemplazando valores tenemos el valor estadístico de prueba:

$$T_0 = -2.657$$



**5. DECISIÓN Y CONCLUSIÓN**

- a. DECISIÓN: Puesto que la expresión:  $(T_0 < T)$  ó  $(-2.657 < -2.920)$  es FALSA, entonces SE ACEPTA LA HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ).
- b. CONCLUSIÓN: La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 15 kg/m<sup>3</sup> NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (a los 28 días de edad).

**4.2.1.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA (25 kg/m<sup>3</sup>)**

MUESTRA PATRÓN (1) : CONCRETO NORMAL (CN) – 28 DÍAS

MUESTRA COMPARA (2): CONCRETO CON FIBRA DE ACERO (CFA) – 28 DÍAS

- 1. **PARÁMETROS DE INTERÉS:** Datos obtenidos de Análisis estadístico de la Distribución de Frecuencias para Datos Agrupados.

TIPO DE MUESTRA	CN	CFA
CANTIDAD DE FIBRA DE ACERO INCORPORADO	0 kg/m <sup>3</sup>	25 kg/m <sup>3</sup>
(CN - 17) - (CFA - 21) (kg/cm <sup>2</sup> )	215.79	229.98
(CN - 18) - (CFA - 22) (kg/cm <sup>2</sup> )	219.68	229.28
Número de muestras (n):	2	2
Media (u):	<b>217.735</b>	<b>229.630</b>

Varianza ( $\delta^2$ ):	7.566	0.245
Desviación estándar ( $\delta$ ):	2.751	0.495

## 2. HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA

### a. HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ):

$H_0$  = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 25 kg/m<sup>3</sup>, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto.

$$u_1 \geq u_2 \quad \text{Se rechaza si } (T_0 < T)$$

### b. HIPÓTESIS ALTERNATIVA ( $H_1$ ):

$H_1$  = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 25 kg/m<sup>3</sup>, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto

$$u_1 < u_2 \quad H_1 \text{ Unilateral con cola a la izquierda}$$

## 3. ESPECIFICACIÓN DEL NIVEL DE SIGNIFICANCIA ( $\alpha$ ):

Elegimos un nivel de confianza de 95%, por lo tanto el nivel de significancia es 5%.

$$\alpha = 5\% \quad \text{ó} \quad \alpha = 0.05$$

## 4. CÁLCULO DE LOS VALORES CRÍTICO Y DE PRUEBA:

### a. CÁLCULO DEL VALOR CRÍTICO:

Para lo cual, con los datos de significancia  $\alpha = 0.05$  y grado de libertad para dos muestras  $GL = n_1 + n_2 - 2$

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$GL = 2+2-2$$

$$GL = 2$$

Con éstos dos valores  $\alpha = 0.05$  y  $GL = 2$ , calculamos el valor crítico, utilizando la tabla "T de Student".

$$T = 2.920$$

Como la hipótesis alternativa propone un signo  $<$  entonces la cola del diagrama será hacia la izquierda, por lo tanto  $T = -2.920$

b. CÁLCULO DEL VALOR ESTADÍSTICO DE PRUEBA.

El estadístico de prueba o de contraste para la prueba con dos muestras independientes está dado por:

$$T_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)\delta_1^2 + (n_2 - 1)\delta_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

Donde:

$u_1, u_2$ : Medias de las muestras 1 y 2

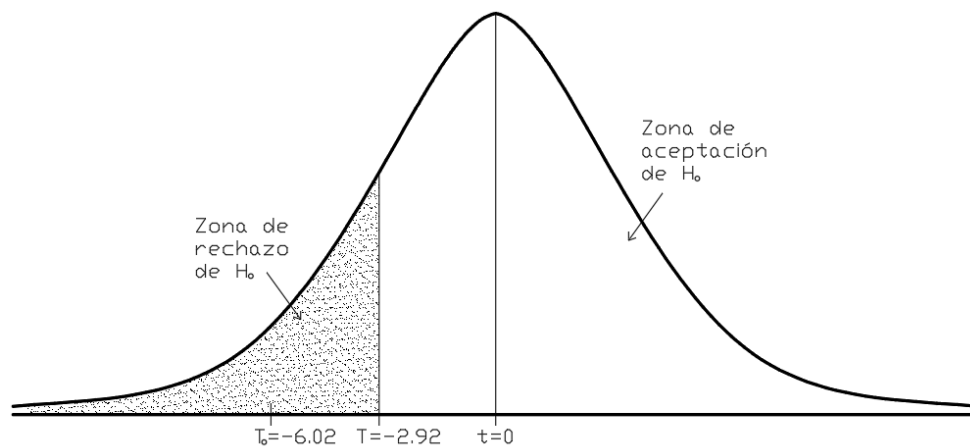
$\delta_1^2, \delta_2^2$ : Varianzas insesgadas de las muestras 1 y 2

$n_1, n_2$ : Tamaño de las muestras 1 y 2

$T_0$  se distribuye como una T de Student con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad

Reemplazando valores tenemos el valor estadístico de prueba:

$$T_0 = -6.019$$



## 5. DECISIÓN Y CONCLUSIÓN

- a. DECISIÓN: Puesto que la expresión:  $(T_0 < T)$  ó  $(-6.019 < -2.920)$  es VERDADERA, entonces SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ).
- b. CONCLUSIÓN: La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 25 kg/m<sup>3</sup> SI INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (a los 28 días de edad).

### 4.2.1.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA (35 kg/m<sup>3</sup>)

MUESTRA PATRÓN (1) : CONCRETO NORMAL (CN) – 28 DÍAS

MUESTRA COMPARA (2): CONCRETO CON FIBRA DE ACERO (CFA) – 28 DÍAS

1. **PARÁMETROS DE INTERÉS:** Datos obtenidos de Análisis estadístico de la Distribución de Frecuencias para Datos Agrupados.

TIPO DE MUESTRA	CN	CFA
CANTIDAD DE FIBRA DE ACERO INCORPORADO	<b>0 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>35 kg/m<sup>3</sup></b>
(CN - 17) - (CFA - 23) (kg/cm <sup>2</sup> )	215.79	237.67
(CN - 18) - (CFA - 24) (kg/cm <sup>2</sup> )	219.68	235.48

Número de muestras (n):	2	2
Media (u):	<b>217.735</b>	<b>236.575</b>
Varianza ( $\delta^2$ ):	7.566	2.398
Desviación estándar ( $\delta$ ):	2.751	1.549

## 2. HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA

### a. HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ):

$H_0$  = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 35kg/m<sup>3</sup>, NO INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto.

$$u_1 \geq u_2 \quad \text{Se rechaza si } (T_0 < T)$$

### b. HIPÓTESIS ALTERNATIVA ( $H_1$ ):

$H_1$  = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 35kg/m<sup>3</sup>, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto

$$u_1 < u_2 \quad H_1 \text{ Unilateral con cola a la izquierda}$$

## 3. ESPECIFICACIÓN DEL NIVEL DE SIGNIFICANCIA ( $\alpha$ ):

Elegimos un nivel de confianza de 95%, por lo tanto el nivel de significancia es 5%.

$$\alpha = 5\% \quad \text{ó} \quad \alpha = 0.05$$

## 4. CÁLCULO DE LOS VALORES CRÍTICO Y DE PRUEBA:

### a. CÁLCULO DEL VALOR CRÍTICO:

Para lo cual, con los datos de significancia  $\alpha = 0.05$  y grado de libertad para dos muestras  $GL = n_1 + n_2 - 2$

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$GL = 2+2-2$$

$$GL = 2$$



Con éstos dos valores  $\alpha = 0.05$  y  $GL = 2$ , calculamos el valor crítico, utilizando la tabla "T de Student".

$$T = 2.920$$

Como la hipótesis alternativa propone un signo  $<$  entonces la cola del diagrama será hacia la izquierda, por lo tanto  $T = -2.920$

b. CÁLCULO DEL VALOR ESTADÍSTICO DE PRUEBA.

El estadístico de prueba o de contraste para la prueba con dos muestras independientes está dado por:

$$T_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)\delta_1^2 + (n_2 - 1)\delta_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

Donde:

$u_1, u_2$ : Medias de las muestras 1 y 2

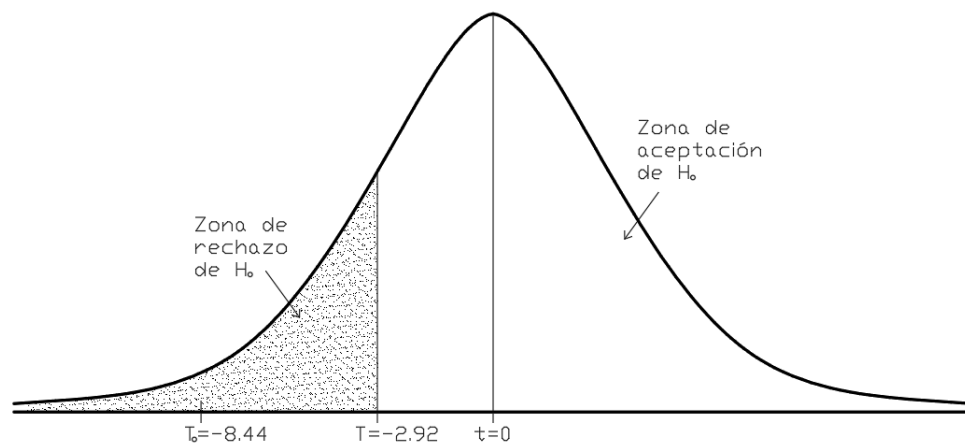
$\delta_1^2, \delta_2^2$ : Varianzas insesgadas de las muestras 1 y 2

$n_1, n_2$ : Tamaño de las muestras 1 y 2

$T_0$  se distribuye como una T de Student con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad

Reemplazando valores tenemos el valor estadístico de prueba:

$$T_0 = -8.441$$



## 5. DECISIÓN Y CONCLUSIÓN

- a. DECISIÓN: Puesto que la expresión:  $(T_0 < T)$  ó  $(-8.441 < -2.920)$  es VERDADERA, entonces se RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ).
- b. CONCLUSIÓN: La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 35 kg/m<sup>3</sup>, INCREMENTA la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> (a los 28 días de edad).

### 4.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

#### 4.2.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'_c = 210$ kg/cm<sup>2</sup>) - CFA (15 kg/m<sup>3</sup>)

MUESTRA PATRÓN (1): CONCRETO NORMAL (CN) – 28 DÍAS

MUESTRA COMPARA (2): CONCRETO CON FIBRA DE ACERO (CFA)  
 – 28 DÍAS

1. **PARÁMETROS DE INTERÉS:** Datos obtenidos de Análisis estadístico de la Distribución de Frecuencias para Datos Agrupados.

TIPO DE MUESTRA	CN	CFA
CANTIDAD DE FIBRA DE ACERO INCORPORADO	0 kg/m <sup>3</sup>	15 kg/m <sup>3</sup>

(CN - 41) - (CFA - 43) (kg/cm <sup>2</sup> )	32.30	34.19
(CN - 42) - (CFA - 44) (kg/cm <sup>2</sup> )	33.55	33.56
Número de muestras (n):	2	2
Media (u):	<b>32.925</b>	<b>33.875</b>
Varianza ( $\delta^2$ ):	0.781	0.198
Desviación estándar ( $\delta$ ):	0.884	0.445

## 2. HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA

### a. HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ):

$H_0$ = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 15 kg/m<sup>3</sup>, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto.

$$u_1 \geq u_2 \quad \text{Se rechaza si } (T_0 < T)$$

### b. HIPÓTESIS ALTERNATIVA ( $H_1$ ):

$H_1$ = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 15 kg/m<sup>3</sup>, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto

$$u_1 < u_2 \quad H_1 \text{ Unilateral con cola a la izquierda}$$

## 3. ESPECIFICACIÓN DEL NIVEL DE SIGNIFICANCIA ( $\alpha$ ):

Elegimos un nivel de confianza de 95%, por lo tanto el nivel de significancia es 5%.

$$\alpha = 5\% \quad \text{ó} \quad \alpha = 0.05$$

## 4. CÁLCULO DE LOS VALORES CRÍTICO Y DE PRUEBA:

### a. CÁLCULO DEL VALOR CRÍTICO:

Para lo cual, con los datos de significancia  $\alpha = 0.05$  y grado de libertad para dos muestras  $GL = n_1 + n_2 - 2$

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$GL = 2+2-2$$

$$GL = 2$$

Con éstos dos valores  $\alpha = 0.05$  y  $GL = 2$ , calculamos el valor crítico, utilizando la tabla "T de Student".

$$T = 2.920$$

Como la hipótesis alternativa propone un signo  $<$  entonces la cola del diagrama será hacia la izquierda, por lo tanto  $T = -2.920$

b. CÁLCULO DEL VALOR ESTADÍSTICO DE PRUEBA.

El estadístico de prueba o de contraste para la prueba con dos muestras independientes está dado por:

$$T_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)\delta_1^2 + (n_2 - 1)\delta_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

Donde:

$u_1, u_2$ : Medias de las muestras 1 y 2

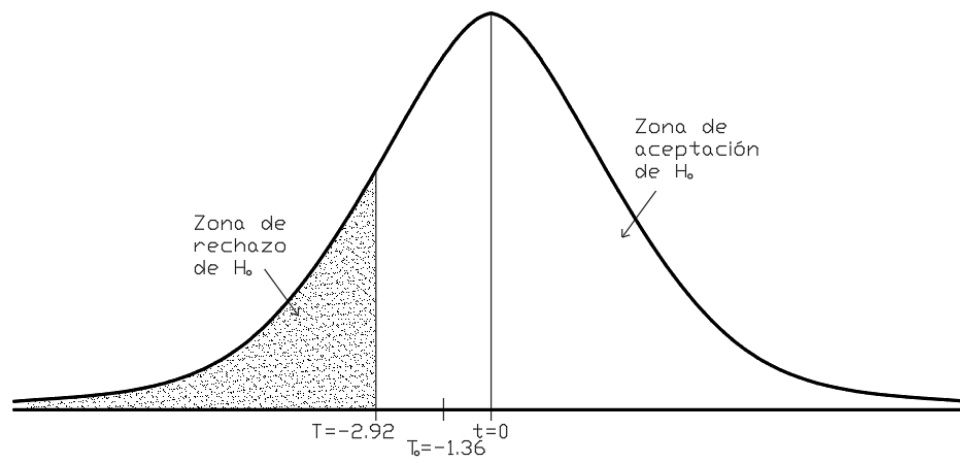
$\delta_1^2, \delta_2^2$ : Varianzas insesgadas de las muestras 1 y 2

$n_1, n_2$ : Tamaño de las muestras 1 y 2

$T_0$  se distribuye como una T de Student con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad

Reemplazando valores tenemos el valor estadístico de prueba:

$$T_0 = -1.357$$



**5. DECISIÓN Y CONCLUSIÓN**

- a. DECISIÓN: Puesto que la expresión:  $(T_0 < T)$  ó  $(-1.357 < -2.920)$  es FALSA, entonces SE ACEPTA LA HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ).
- b. CONCLUSIÓN: La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 15 kg/m<sup>3</sup> NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto normal f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> (a los 28 días de edad).

**4.2.2.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN (f'c =210 kg/cm<sup>2</sup>) - CFA (25 kg/m<sup>3</sup>)**

MUESTRA PATRÓN (1) : CONCRETO NORMAL (CN) – 28 DÍAS

MUESTRA COMPARA (2): CONCRETO CON FIBRA DE ACERO (CFA) – 28 DÍAS

- 1. **PARÁMETROS DE INTERÉS:** Datos obtenidos de Análisis estadístico de la Distribución de Frecuencias para Datos Agrupados.

TIPO DE MUESTRA	CN	CFA
CANTIDAD DE FIBRA DE ACERO INCORPORADO	0 kg/m <sup>3</sup>	25 kg/m <sup>3</sup>
(CN - 41) - (CFA - 45) (kg/cm <sup>2</sup> )	32.30	37.67

(CN - 42) - (CFA - 46 ) (kg/cm <sup>2</sup> )	33.55	39.01
Número de muestras (n):	2	2
Media (u):	<b>32.925</b>	<b>38.340</b>
Varianza ( $\delta^2$ ):	0.781	0.898
Desviación estándar ( $\delta$ ):	0.884	0.948

## 2. HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA

### a. HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ):

$H_0$ = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 25 kg/m<sup>3</sup>, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto.

$$u_1 \geq u_2 \quad \text{Se rechaza si } (T_0 < T)$$

### b. HIPÓTESIS ALTERNATIVA ( $H_1$ ):

$H_1$ = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 25 kg/m<sup>3</sup>, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto

$$u_1 < u_2 \quad H_1 \text{ Unilateral con cola a la izquierda}$$

## 3. ESPECIFICACIÓN DEL NIVEL DE SIGNIFICANCIA ( $\alpha$ ):

Elegimos un nivel de confianza de 95%, por lo tanto el nivel de significancia es 5%.

$$\alpha = 5\% \quad \text{ó} \quad \alpha = 0.05$$

## 4. CÁLCULO DE LOS VALORES CRÍTICO Y DE PRUEBA:

### a. CÁLCULO DEL VALOR CRÍTICO:

Para lo cual, con los datos de significancia  $\alpha = 0.05$  y grado de libertad para dos muestras  $GL = n_1 + n_2 - 2$

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$GL = 2+2-2$$

$$GL = 2$$

Con éstos dos valores  $\alpha = 0.05$  y  $GL = 2$ , calculamos el valor crítico, utilizando la tabla "T de Student".

$$T = 2.920$$

Como la hipótesis alternativa propone un signo  $<$  entonces la cola del diagrama será hacia la izquierda, por lo tanto  $T = -2.920$

**b. CÁLCULO DEL VALOR ESTADÍSTICO DE PRUEBA.**

El estadístico de prueba o de contraste para la prueba con dos muestras independientes está dado por:

$$T_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)\delta_1^2 + (n_2 - 1)\delta_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

Donde:

$u_1, u_2$ : Medias de las muestras 1 y 2

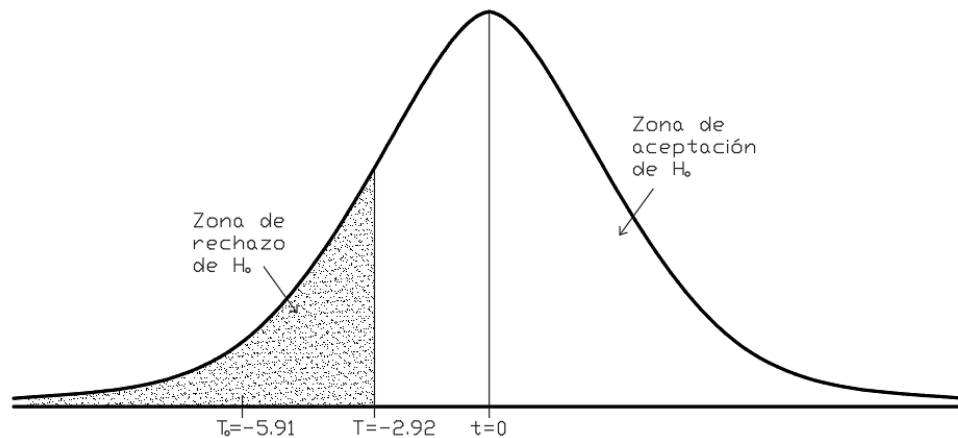
$\delta_1^2, \delta_2^2$ : Varianzas insesgadas de las muestras 1 y 2

$n_1, n_2$ : Tamaño de las muestras 1 y 2

$T_0$  se distribuye como una T de Student con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad

Reemplazando valores tenemos el valor estadístico de prueba:

$$T_0 = -5.910$$



## 5. DECISIÓN Y CONCLUSIÓN

- a. DECISIÓN: Puesto que la expresión:  $(T_0 < T)$  ó  $(-5.910 < -2.920)$  es VERDADERA, entonces SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ).
- b. CONCLUSIÓN: La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 25 kg/m<sup>3</sup>, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (a los 28 días de edad).

### 4.2.2.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS CN ( $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) - CFA (35 kg/m<sup>3</sup>)

MUESTRA PATRÓN (1) : CONCRETO NORMAL (CN) – 28 DÍAS

MUESTRA COMPARA (2): CONCRETO CON FIBRA DE ACERO (CFA) – 28 DÍAS.

1. **PARÁMETROS DE INTERÉS:** Datos obtenidos de Análisis estadístico de la Distribución de Frecuencias para Datos Agrupados.

TIPO DE MUESTRA	CN	CFA
CANTIDAD DE FIBRA DE ACERO INCORPORADO	<b>0 kg/m<sup>3</sup></b>	<b>35 kg/m<sup>3</sup></b>
(CN - 41) - (CFA - 47) (kg/cm <sup>2</sup> )	32.30	42.44
(CN - 42) - (CFA - 48) (kg/cm <sup>2</sup> )	33.55	43.35
Número de muestras (n):	2	2
Media (u):	<b>32.925</b>	<b>42.895</b>
Varianza ( $\delta^2$ ):	0.781	0.414
Desviación estándar ( $\delta$ ):	0.884	0.643

## 2. HIPÓTESIS NULA Y ALTERNATIVA

- a. HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ):



$H_0$  = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 35 kg/m<sup>3</sup>, NO INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto.

$$u_1 \geq u_2 \quad \text{Se rechaza si } (T_0 < T)$$

b. HIPÓTESIS ALTERNATIVA ( $H_1$ ):

$H_1$  = La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 35kg/m<sup>3</sup>, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad del concreto

$$u_1 < u_2 \quad H_1 \text{ Unilateral con cola a la izquierda}$$

### 3. ESPECIFICACIÓN DEL NIVEL DE SIGNIFICANCIA ( $\alpha$ ):

Elegimos un nivel de confianza de 95%, por lo tanto el nivel de significancia es 5%.

$$\alpha = 5\% \quad \text{ó} \quad \alpha = 0.05$$

### 4. CÁLCULO DE LOS VALORES CRÍTICO Y DE PRUEBA:

a. CÁLCULO DEL VALOR CRÍTICO: para lo cual, con los datos de significancia  $\alpha = 0.05$  y grado de libertad para dos muestras

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$GL = n_1 + n_2 - 2$$

$$GL = 2+2-2$$

$$GL = 2$$

Con éstos dos valores  $\alpha = 0.05$  y  $GL = 2$ , calculamos el valor crítico, utilizando la tabla "T de Student".

$$T = 2.920$$

Como la hipótesis alternativa propone un signo  $<$  entonces la cola del diagrama será hacia la izquierda, por lo tanto  $T = -2.920$

b. CÁLCULO DEL VALOR ESTADÍSTICO DE PRUEBA.

El estadístico de prueba o de contraste para la prueba con dos muestras independientes está dado por:

$$T_0 = \frac{u_1 - u_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)\delta_1^2 + (n_2 - 1)\delta_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}}$$

Donde:

$u_1, u_2$ : Medias de las muestras 1 y 2

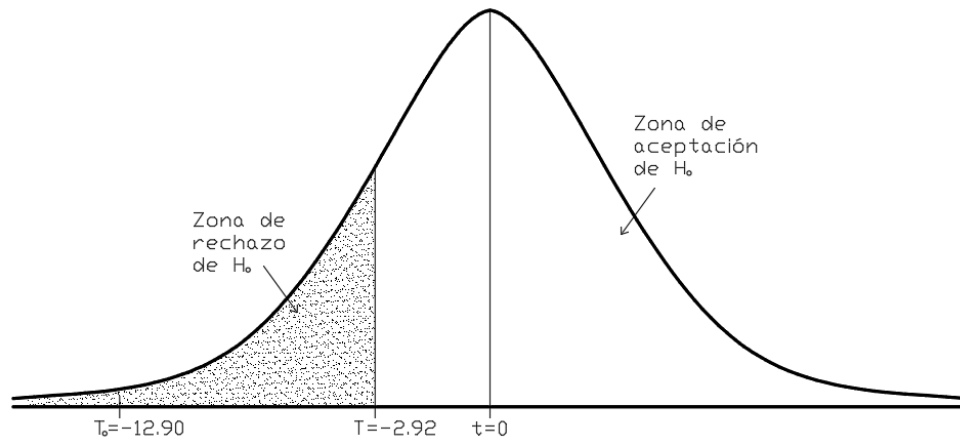
$\delta_1^2, \delta_2^2$ : Varianzas insesgadas de las muestras 1 y 2

$n_1, n_2$ : Tamaño de las muestras 1 y 2

$T_0$  se distribuye como una T de Student con  $n_1 + n_2 - 2$  grados de libertad

Reemplazando valores tenemos el valor estadístico de prueba:

**$T_0 = -12.896$**



**5. DECISIÓN Y CONCLUSIÓN**

- a. DECISIÓN: Puesto que la expresión:  $(T_0 < T)$  ó  $(-12.896 < -2.920)$  es VERDADERA, entonces SE RECHAZA LA HIPÓTESIS NULA ( $H_0$ ).

- b. CONCLUSIÓN: La incorporación de la fibra de acero en la cantidad de 35 kg/m<sup>3</sup>, INCREMENTA la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (a los 28 días de edad).

## **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

- En resistencia a la compresión con la cantidad de 35 kg/m<sup>3</sup> alcanzamos una resistencia de 235.48 kg/cm<sup>2</sup>, con lo que hemos incrementado su resistencia en 12.13%. Y respecto al estudio realizado por SILVA TIPANTASIG LENIN, también hemos alcanzado una resistencia mayor, ya que éste investigador alcanzó una resistencia a compresión de 215.42 kg/cm<sup>2</sup> con una diferencia respecto al resultado de su concreto patrón de 6.08%.
- En cuanto a la resistencia a la flexión con la cantidad de 35 kg/m<sup>3</sup> alcanzamos una resistencia de 42.90 kg/cm<sup>2</sup> y con concreto sin fibra de acero nuestro resultado fue de 32.92 kg/cm<sup>2</sup>, con lo que hemos incrementado su resistencia en 30.3%. Y respecto al estudio realizado por SILVA TIPANTASIG LENIN, también hemos alcanzado una resistencia mayor, ya que dicho investigador alcanzó una resistencia a flexión de 37.93 kg/cm<sup>2</sup> y el resultado con concreto sin fibra o patrón fue de 19.17 kg/cm<sup>2</sup>, con lo que alcanzó una diferencia de 97.87%.
- El resultado de dicho investigador nos parece incoherente en cuanto al resultado a la flexión, ya que la adición de fibra de acero utilizado casi duplicó su resultado respecto al concreto sin fibra, lo que en nuestro caso tiene un incremento de tan solo el 30.30%.

## CONCLUSIONES

- La incorporación de fibra de acero Sika 65/35 tiene resultados positivos en la resistencia a compresión y resistencia a la flexión ya que han aumentado significativamente en todas las edades en que se realizaron los ensayos respectivos, en especial a la edad de 28 días y con una adición de 35 kg/m<sup>3</sup> de concreto, es en donde se aprecia más claramente la superioridad alcanzada de resistencia frente al concreto patrón o concreto convencional (210 kg/cm<sup>2</sup>).
- La resistencia a la compresión final (a los 28 días) del concreto adicionado con fibra de acero Sika 65/35 es de 235.48 kg/cm<sup>2</sup> lo que significa que presenta mejoras significativas en el comportamiento resistente a compresión frente a un concreto convencional, por lo tanto la primera hipótesis específica planteada es verdadera.
- La resistencia a la flexión final (a los 28 días) del concreto adicionado con fibra de acero Sika 65/35 es de 43.35 kg/cm<sup>2</sup> lo que significa que presenta mejoras significativas a la resistencia a la deflexión, quedando demostrada que la segunda hipótesis específica también es correcta o verdadera.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de fibra de acero Sika 65/35 en pavimentos rígidos en cantidad de 25 kg/m<sup>3</sup> como mínimo, ya que en cantidades menores o iguales a 15 kg/m<sup>3</sup> el incremento de la resistencia no es muy significativo.
- Se recomienda considerar un mínimo de desperdicio de 4% en todos los componentes del concreto para trabajos de laboratorio. Y en obra este porcentaje debe ser aún mayor.
- Se recomienda tener cuidado en el curado del concreto en la ciudad de Juliaca así como en toda las zonas de temperaturas frías, ya que las bajas temperaturas influyen desfavorablemente en la resistencia final del concreto.
- Tener las instalaciones necesarias y en lugares adecuados para el buen funcionamiento de los equipos.
- Es necesario contar con un mantenimiento y calibrado periódico a los diferentes equipos que se encuentran en Laboratorio de la EPIC.
- Se debe promover la investigación para mejorar la calidad del concreto de acuerdo al uso que se le dé.
- Se recomienda motivar la investigación, la investigación no es algo que se puede enseñar; se aprende investigando con el asesoramiento de investigadores experimentados.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- ❖ Abanto Castillo, F. (1995). Tecnología del Concreto. Lima, Perú: Universidad Mayor de San Marcos.
- ❖ ASTM C 31/ C 31M. (2003). Práctica Estándar Para Fabricación Y Curado De Especímenes De Concreto. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.
- ❖ ASTM C39/C39M. (2014). Método De Prueba Estándar Para Resistencia A La Compresión De Los Especímenes Cilíndricos De Concreto. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.
- ❖ ASTM C 293-02. (2002). Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading). Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.
- ❖ ASTM C 1012-04. (2004). Standard Test Method for Length Change of Hydraulic Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution. Estados Unidos: American Society for Testing and Materials Internacional.
- ❖ Dávila, M. (2010). Efecto de la adición de fibras sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana.
- ❖ Garcíá Calderon, J. (2010). Determinación de la correlación entre el Módulo de Rotura y la Resistencia a la Compresión del Concreto. Bucaramanga: Tesis. Universidad Pontificia Bolivariana.
- ❖ Gastañadui Ruiz, F. (2010). *Conf 14.- CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO*. Obtenido de [http://www.dino.com.pe/download/?file=100600\\_Control\\_de\\_Calidad\\_de\\_Concreto.pdf](http://www.dino.com.pe/download/?file=100600_Control_de_Calidad_de_Concreto.pdf)
- ❖ Hernadez, R. & Fernandez, C. & Baptista, P. (2006). Metodología de la Investigación. Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana.
- ❖ Javier Silva, O. (16 de Febrero de 2017). *BLOG 360° EN CONCRETO*. Obtenido de DURABILIDAD Y DESEMPEÑO CON FIBRAS DE ACERO PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO:

<http://blog.360gradosenconcreto.com/durabilidad-desempeno-fibras-acero-pavimentos-concreto/>

- ❖ Kosmatka, S. & Kerkhoff, B. & William C. & Tanesi, J. (2004). Diseño y control de Mezclas de Concreto. Illinois, Estados Unidos: Portland Cement Association.
- ❖ Millán, M. (2013). Comportamiento Del Hormigón Reforzado Con Fibras De Polipropileno Y Su Influencia En Sus Propiedades Mecánicas En El Cantón Ambato, Provincia De Tungurahua. Ecuador (tesis de grado). Universidad Técnica De Ambato, Ambato, Ecuador
- ❖ NTP\_400.012. (2002). Análisis granulométrico del agregado fino y grueso global. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.
- ❖ NTP\_400.021. (2002). Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso. Lima, Perú: Norma Técnica Peruana.
- ❖ Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópicos de Tecnología de Concreto (Segunda ed.). Lima, Perú: Colegio de Ingenieros.
- ❖ Rivva Lopez, E. (1992). Diseño de Mezclas. Lima, Perú: HOZLO S.C.R.L.
- ❖ Rivva Lopez, E. (2004). Naturaleza y Materiales del Concreto. Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- ❖ Sánchez de Guzman, D. (1987). Tecnología del Concreto y del Mortero. Bogota, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- ❖ Starr D., K., & Shiraz, T. (01 de Abril de 2003). *Informe IPRF-01-G-002-1*. Obtenido de Mejores prácticas para la construcción de pavimentos de concreto de cemento Pórtland (Pavimento rígido para aeropuertos): <http://www.iprf.org/products/best%20practices%20manual-spanish.pdf>
- ❖ Steven H. Kosmatka, Beatrix Kerkhoff, William C. Panarese & Jussara Tanesi. (2004). Diseño y Control de Mezclas de Concreto. (P. C. Association, Ed.) Illinois, EE. UU.: PCA
- ❖ Zapata Coacalla, T. (2007). Tesis: Efecto del Cemento Puzolánico IP y Acelerante de Fragua, en un concreto expuesto a clima híbrido en su resistencia final de diseño. Puno: UNA-Puno.



## **ANEXOS**

## 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>- Problema Principal:</b></p> <p>¿Cómo influye la adición de fibra de acero Sika 65/35 al concreto en la propiedad de resistencia del concreto?</p> <p><b>- Problemas Secundarios:</b></p> <p><b>P<sub>1</sub></b>- ¿Cómo influye la adición de la fibra de acero Sika 65/35 al concreto en la resistencia a la compresión del concreto?</p> <p><b>P<sub>2</sub></b>- ¿Cómo influye la adición de la fibra de acero Sika 65/35 al concreto en la resistencia a la flexión del concreto?</p>	<p><b>- Objetivo General:</b></p> <p>Determinar la influencia de la adición de la fibra de acero Sika 65/35 al concreto en la resistencia del concreto.</p> <p><b>- Objetivos Específicos:</b></p> <p><b>O<sub>1</sub></b>- Determinar la resistencia a la compresión del concreto adicionado con fibra de acero Sika 65/35.</p> <p><b>O<sub>2</sub></b>- Determinar la resistencia a la flexión del concreto adicionado con fibra de acero Sika 65/35.</p>	<p><b>- Hipótesis General:</b></p> <p>La adición de la fibra de acero Sika 65/35 en el concreto influye significativamente en la propiedad de resistencia del concreto.</p> <p><b>- Hipótesis Específicas:</b></p> <p><b>Primera Hipótesis</b> <b>H<sub>1</sub></b>- La adición de la fibra de acero Sika 65/35 incrementa la resistencia a la compresión del concreto.</p> <p><b>Segunda Hipótesis</b> <b>H<sub>2</sub></b>- La adición de la fibra de acero Sika 65/35 incrementa la resistencia a la flexión del concreto.</p>	<p><b>VARIABLES de la Investigación.</b></p> <p><b>a) Variable Independiente:</b></p> <p>Fibra de acero</p> <p><b>b) Variable Dependiente:</b></p> <p>Resistencia del concreto.</p>	<p><b>Para la Variable Independiente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Características de la fibra de acero</li> <li>- Cantidad de fibra de acero</li> <li>- Tipo de fibra de acero</li> </ul> <p><b>Para la variable Dependiente</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a compresión</li> <li>- Resistencia a flexión</li> </ul>	<p><b>Tipo y nivel de la Investigación:</b></p> <p><b>- Tipo de la Investigación:</b> Correlacional.- puesto que tiene como propósito relacionar y vincular entre si las características del comportamiento del concreto.</p> <p><b>- Nivel de la investigación:</b> Explicativo.- Por cuanto es un estudio de causa y efecto.</p> <p><b>- Método y diseño de la Investigación:</b></p> <p><b>a) Método:</b> Científico</p> <p><b>b) Diseño:</b> Experimental</p> <p><b>- La Población y Muestra:</b></p> <p><b>a) La Población:</b> Probetas cilíndricas y prismáticas elaboradas en concreto sin fibra de acero (CN) e incorporadas con fibra de acero (CFA)</p> <p><b>b) La Muestra:</b> 24 probetas cilíndricas y 24 probetas prismáticas</p> <p><b>- TÉCNICAS</b> Observación modelos matemáticos</p> <p><b>- INSTRUMENTOS</b> Certificado de laboratorio</p> <p><b>- PROCEDIMIENTO</b> T de Student.</p>

## 2. CERTIFICACIÓN DE ENSAYOS



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



### CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM D-2216 MTC E108-2000

**PROYECTO** : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
**CANTERA** : ISLA  
**LUGAR** : ISLA - JULIACA  
**FECHA** : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2017

MUESTRA : ARENA	
N° DE TARRO	1
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	494.66
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	481.65
PESO DEL TARRO (gr.)	37.40
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	457.26
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	444.25
PESO DEL AGUA (gr.)	13.01
% HUMEDAD	2.93

MUESTRA : GRAVA	
N° DE TARRO	2
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA + TARRO (gr.)	507.23
PESO DE LA MUESTRA SECA + TARRO (gr.)	496.37
PESO DEL TARRO (gr.)	37.88
PESO DE LA MUESTRA HUMEDA (gr.)	469.35
PESO DE LA MUESTRA SECO (gr.)	458.49
PESO DEL AGUA (gr.)	10.86
% HUMEDAD	2.37

**OBSERVACIONES:**

\* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.

LABORATORIO M.S.C.A. REJATURA  
 JULIACA - PERU  
 UANCV - FICP  
 CAP. INGENIERÍA CIVIL  
 Ing. Rosalva Barrantes Cuzco  
 CIP. 108700

B.N° 5-58912



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TEMA : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
 SOLICITANTE : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
 CANTERA : ISLA  
 LUGAR : ISLA - JULIACA  
 FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2017

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7200 gr	7200 gr	7200 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3268 cm <sup>3</sup>	3268 cm <sup>3</sup>	3268 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	12065.00 gr	12110.00 gr	12090.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	4865.00 gr	4910.00 gr	4890.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.489 gr/cm <sup>3</sup>	1.502 gr/cm <sup>3</sup>	1.496 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.496 gr/cm <sup>3</sup>		

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (GRAVA)

PESO DEL MOLDE	7200 gr	7200 gr	7200 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	3268 cm <sup>3</sup>	3268 cm <sup>3</sup>	3268 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	12325.00 gr	12365.00 gr	12460.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	5125.00 gr	5165.00 gr	5260.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.568 gr/cm <sup>3</sup>	1.580 gr/cm <sup>3</sup>	1.609 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.586 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.



UAPCV - FICP  
 CAP IV INGENIERIA CIVIL  
 Ing. Roxana Barrientes Quiroz  
 CIP: 103700

B. Nº 5-58912



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PESOS UNITARIOS

NTP 400.017 - ASTM C - 29 AASHTO T - 19

TEMA : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
 SOLICITANTE : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
 CANTERA : ISLA  
 LUGAR : ISLA - JULIACA  
 FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2017

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5980 gr	5980 gr	5980 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2115 cm <sup>3</sup>	2115 cm <sup>3</sup>	2115 cm <sup>3</sup>
COLOCACION DE MUESTRA A MOLDE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE	CAIDA LIBRE
PESO DEL MOLDE + MUESTRA SUELTA	9380.00 gr	9365.00 gr	9410.00 gr
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	3400.00 gr	3385.00 gr	3430.00 gr
DENSIDAD MINIMA DE LA MUESTRA SECA	1.608 gr/cm <sup>3</sup>	1.600 gr/cm <sup>3</sup>	1.622 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.610 gr/cm <sup>3</sup>		

### DENSIDAD MINIMA AGREGADO (ARENA)

PESO DEL MOLDE	5980 gr	5980 gr	5980 gr
VOLUMEN DEL MOLDE	2115 cm <sup>3</sup>	2115 cm <sup>3</sup>	2115 cm <sup>3</sup>
Nº DE CAPAS	3	3	3
Nº DE GOLPES POR CAPA	25	25	25
PESO DEL MOLDE + MUESTRA COMPACTADA	9575.00 gr	9575.00 gr	9585.00 gr
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	3595.00 gr	3595.00 gr	3605.00 gr
DENSIDAD MAXIMA DE LA MUESTRA SECA	1.700 gr/cm <sup>3</sup>	1.700 gr/cm <sup>3</sup>	1.704 gr/cm <sup>3</sup>
PROMEDIO	1.701 gr/cm <sup>3</sup>		

OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.



B.N° 5-58912



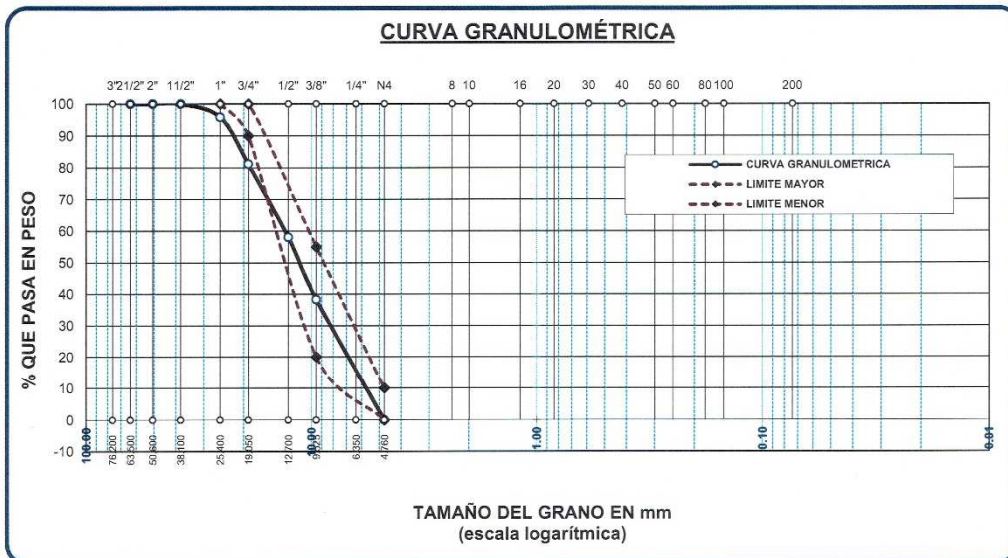
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33)**

TEMA : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
 SOLICITANTE : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
 CANTERA : ISLA  
 LUGAR : ISLA - JULIACA  
 FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2017

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. = 3/4" OBSERVACIONES:
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	90 - 100 %	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	145.00	4.14	4.14	95.86		
3/4"	19.050	515.00	14.71	18.86	81.14		
1/2"	12.700	809.00	23.11	41.97	58.03	20 - 55 %	
3/8"	9.525	689.00	19.69	61.66	38.34		
1/4"	6.350						
No4	4.760	1342.00	38.34	100.00	0.00	0 - 10 %	
BASE		0.00	0.00	0.0	100.0		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PÉRDIDA		0.00					



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.

UAP - FICP  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA  
 Ing. Roxana Barrantes Quiroz  
 CIP 103700

B.N° 5-58912



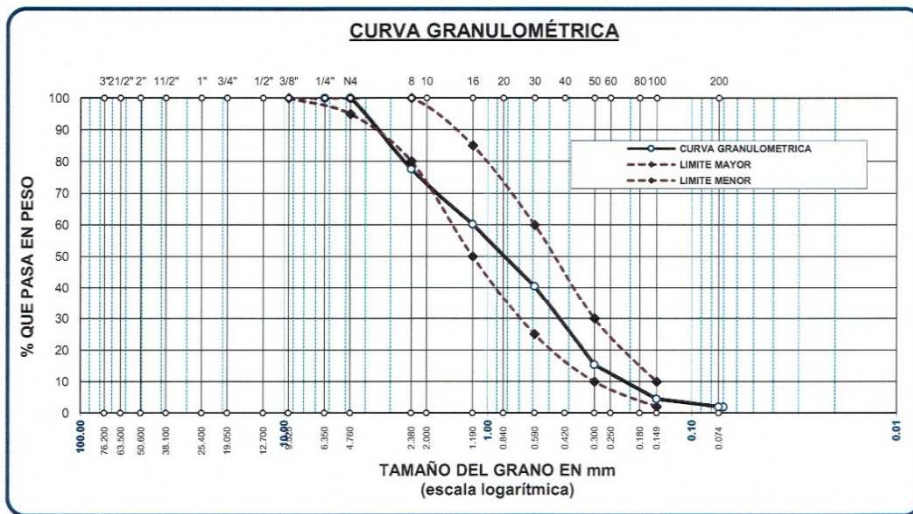
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C 33)**

TEMA : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
 SOLICITANTE : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
 CANTERA : ISLA  
 LUGAR : ISLA - JULIACA  
 FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2017

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr. Módulo de Fineza = 3.02
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No8	2.380	112.32	22.46	22.46	77.54	80 - 100 %	
No10	2.000						
No16	1.190	86.74	17.35	39.81	60.19	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	98.93	19.79	59.60	40.40	25 - 60 %	
No40	0.420						
No 50	0.300	124.92	24.98	84.58	15.42	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	54.80	10.96	95.54	4.46	2-10%	OBSERVACIONES:
No200	0.074	13.06	2.61	98.15	1.85		
BASE	9.23		1.85	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA			1.85				



OBSERVACIONES: LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS  
 M.S.C.A. JOSEFINA BARRALES CUIROZ  
 Ing. Josefina Barrales Cuiroz  
 CIP. 11887511

B.N° 5-58912



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



TEMA : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
 SOLICITANTE : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
 CANTERA : ISLA  
 LUGAR : ISLA - JULIACA  
 FECHA : 22 DE SEPTIEMBRE DEL 2017

### ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

#### ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 487.63
N° 4	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	112.32	22.46	22.46	77.54	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1311.01
N° 16	86.74	17.35	39.81	60.19	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1615.09
N° 30	98.93	19.79	59.60	40.40	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
N° 50	124.92	24.98	84.58	15.42	Wc+B =	1811
N° 100	54.80	10.96	95.54	4.46	Wc+B-W =	196
N° 200	13.06	2.61	98.15	1.85	Pe =	B / (Wc + B - W) = 2.55 gr/cm3
FONDO	9.23	1.85	100.00	0.00	10.33	
SUMA	500.00	100.00			<b>ABSORCIÓN</b>	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B =	500.00
					B-A =	12.37
					Abs =	(B-A) X 100 / A = 2.54 %
Mf = MÓDULO DE FINEZA					3.02	

#### PIEDRA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0	0.00	0.00	100	A	-Peso de muestra secada al horno = 785.14
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 800.00
1"	145	4.14	4.14	95.86	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1311.01
3/4"	515	14.71	18.86	81.14	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1795.35
1/2"	809	23.11	41.97	58.03	<b>PESO ESPECÍFICO</b>	
3/8"	689	19.69	61.66	38.34	Wc+B =	2111
1/4"					Wc+B-W =	316
N° 4	1342	38.34	100.00	0.00	Pe =	B / (Wc + B - W) = 2.53 gr/cm3
FONDO	0.00	0.00	100.00	0.00	<b>ABSORCIÓN</b>	
SUMA	3500.00	100.00			B =	800.00
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico					B-A =	14.86
					Abs =	(B-A) X 100 / A = 1.89 %

OBSERVACIONES:  
 \* LOS ENSAYOS FUERON REALIZADOS POR EL BACHILLER.

LABORATORIO  
 M.S. C.A.  
 JEFEATURA  
 Ing. Roxana Barrantes Quiroz  
 CIP. 103700

B.N° 5-58912





UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA** : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
**LUGAR** : UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2017

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.92 x 30.0 cm CN - 01	26430.00	14.92	174.83	151.18	210	03/10/2017	10/10/2017	7	71.99%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm CN - 02	27330.00	14.95	175.54	155.69	210	03/10/2017	10/10/2017	7	74.14%
3	PROBETA DE PRUEBA 15.00 x 30.0 cm CFA (15 KG/M3) - 03	29950.00	15.00	176.71	169.49	210	03/10/2017	10/10/2017	7	80.71%
4	PROBETA DE PRUEBA 14.98 x 30.0 cm CFA (15 KG/M3) - 04	29470.00	14.98	176.24	167.22	210	03/10/2017	10/10/2017	7	79.63%
5	PROBETA DE PRUEBA 14.94 x 30.0 cm CFA (25 KG/M3) - 05	30220.00	14.94	175.3	172.39	210	03/10/2017	10/10/2017	7	82.09%
6	PROBETA DE PRUEBA 14.93 x 30.0 cm CFA (25 KG/M3) - 06	31000.00	14.93	175.07	177.07	210	03/10/2017	10/10/2017	7	84.32%
7	PROBETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm CFA (35 KG/M3) - 07	31930.00	14.88	173.9	183.61	210	03/10/2017	10/10/2017	7	87.43%
8	PROBETA DE PRUEBA 14.94 x 30.0 cm CFA (35 KG/M3) - 08	31660.00	14.94	175.3	180.60	210	03/10/2017	10/10/2017	7	86.00%

**OBSERVACIONES:**

1.- LAS PROBETAS CILINDRICAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.

UANCV - RCP  
CIVIL INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO  
M.S. C.A.  
REFUTURA  
Ing. Roxana Barrantes Cuatroz  
CIP. 108700

B.N° 5-58912



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

TEMA : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
 SOLICITANTE : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
 LUGAR : UANCV - JULIACA  
 FECHA : 17 DE OCTUBRE DEL 2017

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	ϕ	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 15.08 x 30.0 cm CN - 09	32960.00	15.08	178.6	184.55	210	03/10/2017	17/10/2017	14	87.88%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm CN - 10	33460.00	14.97	176.01	190.10	210	03/10/2017	17/10/2017	14	90.53%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm CFA (15 KG/M3) - 11	35450.00	14.95	175.54	201.95	210	03/10/2017	17/10/2017	14	96.17%
4	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm CFA (15 KG/M3) - 12	36420.00	14.97	176.01	206.92	210	03/10/2017	17/10/2017	14	98.53%
5	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm CFA (25 KG/M3) - 13	37530.00	14.96	175.77	213.52	210	03/10/2017	17/10/2017	14	101.68%
6	PROBETA DE PRUEBA 14.89 x 30.0 cm CFA (25 KG/M3) - 14	36970.00	14.89	174.13	212.31	210	03/10/2017	17/10/2017	14	101.10%
7	PROBETA DE PRUEBA 14.94 x 30.0 cm CFA (35 KG/M3) - 15	37840.00	14.94	175.3	215.86	210	03/10/2017	17/10/2017	14	102.79%
8	PROBETA DE PRUEBA 14.93 x 30.0 cm CFA (35 KG/M3) - 16	38010.00	14.93	175.07	217.11	210	03/10/2017	17/10/2017	14	103.39%

**OBSERVACIONES:**

1.- LAS PROBETAS CILINDRICAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.

UANCV - FISP  
 CAP. INGENIERIA CIVIL  
  
 Ing. Roxana Barrientes Quiroz  
 CIP. 168700



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

**TEMA** : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
**LUGAR** : UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 31 DE OCTUBRE DEL 2017

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	PROBETA DE PRUEBA 14.96 x 30.0 cm CN - 17	37930.00	14.96	175.77	215.79	210	03/10/2017	31/10/2017	28	102.76%
2	PROBETA DE PRUEBA 14.94 x 30.0 cm CN - 18	38510.00	14.94	175.3	219.68	210	03/10/2017	31/10/2017	28	104.61%
3	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm CFA (15 KG/M3) - 19	39930.00	14.97	176.01	226.86	210	03/10/2017	31/10/2017	28	108.03%
4	PROBETA DE PRUEBA 14.97 x 30.0 cm CFA (15 KG/M3) - 20	39260.00	14.97	176.01	223.06	210	03/10/2017	31/10/2017	28	106.22%
5	PROBETA DE PRUEBA 14.95 x 30.0 cm CFA (25 KG/M3) - 21	40370.00	14.95	175.54	229.98	210	03/10/2017	31/10/2017	28	109.51%
6	PROBETA DE PRUEBA 14.93 x 30.0 cm CFA (25 KG/M3) - 22	40140.00	14.93	175.07	229.28	210	03/10/2017	31/10/2017	28	109.18%
7	PROBETA DE PRUEBA 14.88 x 30.0 cm CFA (35 KG/M3) - 23	41330.00	14.88	173.9	237.67	210	03/10/2017	31/10/2017	28	113.17%
8	PROBETA DE PRUEBA 14.94 x 30.0 cm CFA (35 KG/M3) - 24	41280.00	14.94	175.3	235.48	210	03/10/2017	31/10/2017	28	112.13%

**OBSERVACIONES:**

1.- LAS PROBETAS CILINDRICAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.



UANCV - EPC  
 CAP INGENIERÍA CIVIL  
 Ing. Roxana Barrantes Quiróz  
 C.P. 108700



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

**TEMA** : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
**LUGAR** : UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 10 DE OCTUBRE DEL 2017

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DIAMETRO (cm)		PERALTE (cm)		PROMEDIO		DIST. ENTRE APOYOS (cm)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>
					b1	b2	h1	h2	b (cm)	h (cm)			
1	CN - 25	03/10/2017	10/10/2017	7	15.10	15.12	15.18	15.08	15.11	15.13	30.00	3380	29.32
2	CN - 26	03/10/2017	10/10/2017	7	15.15	15.17	15.12	15.17	15.16	15.15	30.00	3220	27.78
3	CFA (15 KG/M3) - 27	03/10/2017	10/10/2017	7	15.12	15.12	15.18	15.12	15.12	15.15	30.00	3670	31.73
4	CFA (15 KG/M3) - 28	03/10/2017	10/10/2017	7	15.18	15.18	15.12	15.18	15.18	15.15	30.00	3890	33.49
5	CFA (25 KG/M3) - 29	03/10/2017	10/10/2017	7	15.12	15.12	15.18	15.18	15.12	15.18	30.00	4000	34.44
6	CFA (25 KG/M3) - 30	03/10/2017	10/10/2017	7	15.12	15.15	15.12	15.12	15.14	15.12	30.00	3860	33.47
7	CFA (35 KG/M3) - 31	03/10/2017	10/10/2017	7	15.15	15.12	15.15	15.16	15.14	15.16	30.00	4440	38.32
8	CFA (35 KG/M3) - 32	03/10/2017	10/10/2017	7	15.16	15.14	15.20	15.14	15.15	15.17	30.00	4290	36.91

**OBSERVACIONES:**  
 \* LAS PROBETAS PRISMATICAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
  
 Ing. Roxana Barrantes Cruz  
 CIP: 1488700



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

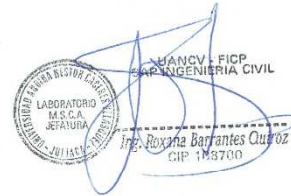
NORMA ASTM C - 78

**TEMA** : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
**SOLICITANTE** : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
**LUGAR** : UANCV - JULIACA  
**FECHA** : 17 DE OCTUBRE DEL 2017

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DIAMETRO (cm)		PERALTE (cm)		PROMEDIO		DIST. ENTRE APOYOS (cm)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>
					b1	b2	h1	h2	b (cm)	h (cm)			
1	CN - 33	03/10/2017	17/10/2017	14	15.16	15.12	15.17	15.12	15.14	15.15	30.00	3480	30.06
2	CN - 34	03/10/2017	17/10/2017	14	15.17	15.17	15.16	15.08	15.17	15.12	30.00	3580	30.97
3	CFA (15 KG/M3) - 35	03/10/2017	17/10/2017	14	15.12	15.12	15.14	15.12	15.12	15.13	30.00	3920	33.98
4	CFA (15 KG/M3) - 36	03/10/2017	17/10/2017	14	15.18	15.18	15.14	15.18	15.18	15.16	30.00	3810	32.76
5	CFA (25 KG/M3) - 37	03/10/2017	17/10/2017	14	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	30.00	4220	36.63
6	CFA (25 KG/M3) - 38	03/10/2017	17/10/2017	14	15.12	15.16	15.17	15.18	15.14	15.18	30.00	4180	35.97
7	CFA (35 KG/M3) - 39	03/10/2017	17/10/2017	14	15.15	15.14	15.14	15.12	15.15	15.13	30.00	4540	39.29
8	CFA (35 KG/M3) - 40	03/10/2017	17/10/2017	14	15.18	15.17	15.16	15.07	15.18	15.12	30.00	4690	40.58

**OBSERVACIONES:**

\* LAS PROBETAS PRISMATICAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.



UANCV - FICP  
INGENIERÍA CIVIL  
Ingr. Roxana Barrientes Quispe  
CIP 143700



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



## RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

NORMA ASTM C - 78

TEMA : "INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO JULIACA 2017"  
 SOLICITANTE : BACHILLER JOEL HUAYNACHO HUANCA  
 LUGAR : UANCV - JULIACA  
 FECHA : 31 DE OCTUBRE DEL 2017

N°	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	DIAMETRO (cm)		PERALTE (cm)		PROMEDIO		DIST. ENTRE APOYOS (cm)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA A FLEXIÓN (Mr) kg/cm <sup>2</sup>
					b1	b2	h1	h2	b (cm)	h (cm)			
1	CN - 41	03/10/2017	31/10/2017	28	15.14	15.13	15.12	15.14	15.14	15.13	30.00	3730	32.30
2	CN - 42	03/10/2017	31/10/2017	28	15.12	15.15	15.14	15.14	15.14	15.14	30.00	3880	33.55
3	CFA (15 KG/M3) - 43	03/10/2017	31/10/2017	28	15.18	15.12	15.17	15.12	15.15	15.15	30.00	3960	34.19
4	CFA (15 KG/M3) - 44	03/10/2017	31/10/2017	28	15.12	15.18	15.13	15.17	15.15	15.15	30.00	3890	33.56
5	CFA (25 KG/M3) - 45	03/10/2017	31/10/2017	28	15.12	15.12	15.19	15.12	15.12	15.16	30.00	4360	37.67
6	CFA (25 KG/M3) - 46	03/10/2017	31/10/2017	28	15.13	15.18	15.14	15.15	15.16	15.15	30.00	4520	39.01
7	CFA (35 KG/M3) - 47	03/10/2017	31/10/2017	28	15.18	15.14	15.12	15.08	15.16	15.10	30.00	4890	42.44
8	CFA (35 KG/M3) - 48	03/10/2017	31/10/2017	28	15.17	15.16	15.14	15.13	15.17	15.14	30.00	5020	43.35

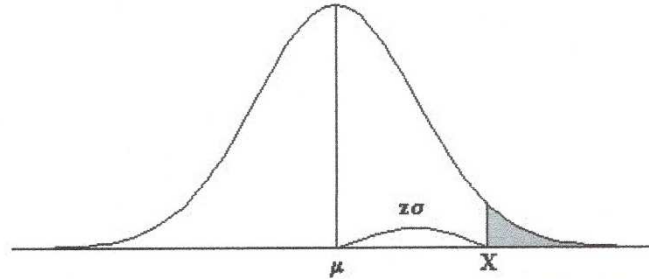
OBSERVACIONES:  
 \* LAS PROBETAS PRISMATICAS FUERON MOLDEADAS POR EL BACHILLER.

UANCV - FICP  
 CAP INGENIERIA CIVIL  
  
 Ing. Roxana Barrónes Quiroz  
 C.R. 105700

**3. TABLAS ESTADISTICAS**

**TABLA 1: DISTRIBUCIÓN NORMAL**

Áreas bajo la curva normal



Ejemplo:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

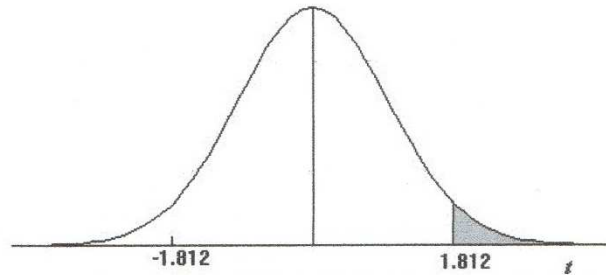
$$P [Z > 1] = 0.1587$$

$$P [Z > 1.96] = 0.0250$$

Desv. normal x	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
1.2	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0721	0.0708	0.0694	0.0681
1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
1.8	0.0359	0.0351	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.0110
2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0041	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
2.7	0.0035	0.0034	0.0033	0.0032	0.0031	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0023	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
2.9	0.0019	0.0018	0.0018	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010

**TABLA 2: DISTRIBUCIÓN t DE STUDENT**

Puntos de porcentaje de la distribución t



**Ejemplo**

Para  $\phi = 10$  grados de libertad:

$P[t > 1.812] = 0.05$   
 $P[t < -1.812] = 0.05$

$\alpha$ r	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
$\infty$	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290



## 4. HOJA TÉCNICA DEL PRODUCTO



# HOJA TÉCNICA

## Sika® Fiber CHO 65/35 NB

Fibra de acero pegadas para refuerzo del concreto normal y concreto proyectado

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto tradicional y concreto proyectado (shotcrete) especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika® Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero de alta relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

### USOS

Sika® Fiber CHO 65/35 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones y especialmente concreto proyectado (shotcrete) reduciendo tiempo y costos asociados al tradicional reforzamiento con mallas de acero; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (tráfico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puentes, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- Reducción de la fisuración por retracción.
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 65 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

## DATOS BÁSICOS

<b>FORMA</b>	<b>COLORES</b> Negro <b>ASPECTO:</b> Fibras de Acero pegadas <b>PRESENTACIÓN</b> Sacos de papel x 20 kg.
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL</b> Los sacos de Sika® Fiber CHO 65/35 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<b>LONGITUD</b> 35 mm con extremos conformados. <b>DIÁMETRO DE LA FILA</b> 0.54 mm <b>RELACIÓN LONGITUD/ DIÁMETRO</b> 65 <b>RESISTENCIA A TRACCIÓN</b> 1350 MPa +/- 7.5% <b>ELONGACIÓN DE ROTURA</b> 4% máx. <b>NORMAS</b> Sika® Fiber CHO 65/35 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.

## INFORMACIÓN DEL SISTEMA

<b>DETALLES DE APLICACIÓN</b>	<b>CONSUMO / DOSIS</b> Normalmente entre 20 y 50 kg. de Sika® Fiber CHO 65/35 NB por m <sup>3</sup> de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.
<b>MÉTODO DE APLICACIÓN</b>	<b>METODO DE LA APLICACION</b> Sika® Fiber CHO 65/35 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.</li> <li>▪ En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.</li> <li>▪ En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg. de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.</li> </ul>

- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

**OBSERVACIONES TÉCNICAS**

No agregue Sika® Fiber CHO 65/35 NB al mezclador antes de los áridos. Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

**INSTRUCCIONES DE  
SEGURIDAD**

**PRECAUCIONES DURANTE LA  
MANIPULACION**

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad.

En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

**OBSERVACIONES**

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

**NOTAS LEGALES**

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

**"La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 5**

**la misma que deberá ser destruida"**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® Fiber CHO 65/35 NB :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.  
Concrete  
Centro industrial "Las Praderas  
de Lurin" s/n MZ B, Lotes 5 y 6,  
Lurin  
Lima  
Perú  
[www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

Hoja Técnica  
Sika® Fiber CHO 65/35 NB  
17.07.15, Edición 6

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.  
JO, Departamento Técnico  
Telf: 618-6060  
Fax: 618-6070  
Mail: [informacion@pe.sika.com](mailto:informacion@pe.sika.com)



© 2014 Sika Perú S.A.