

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**

**TESIS**

**“MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A  
FLEXIÓN EN VIGA DE CONCRETO CON  
ADICIÓN DEL ALAMBRE NÚMERO 16”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Joel Bravo Cardenas**

**ASESORA:**

**Ing. Dayana Mary Montalvan Salcedo**

**Línea de investigación institucional:**

**NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**HUANCAYO – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo de investigación a mi Madre por apoyarme de forma incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Previamente doy gracias a Dios, por darme salud y las fuerzas necesarias para poder culminar mis estudios y alcanzar mis objetivos. Y a mi familia por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

## CONSTANCIA 177

### DE SIMILITUD DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN POR EL SOFTWARE DE PREVENCIÓN DE PLAGIO TURNITIN

La Dirección de Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, hace constar por la presente, que el informe final de tesis titulado "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN EN VIGA DE CONCRETO CON ADICIÓN DEL ALAMBRE NÚMERO 16"

**Cuyo autor (a) (es)** : Joel Bravo Cárdenas.  
**Facultad** : Ingeniería.  
**Escuela Profesional** : Ingeniería Civil  
**Asesor (a) (es)** : Ing. Dayana Mary Montalván Salcedo

Que, fue presentado con fecha 30.05.2023 y después de realizado el análisis correspondiente en el software de prevención de plagio Turnitin con fecha 31.05.2023; con la siguiente configuración de software de prevención de plagio Turnitin:

- Excluye bibliografía.
- Excluye citas.
- Excluye cadenas menores de a 20 palabras.
- Otro criterio (especificar)

Dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 17%. En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°11 del Reglamento de uso de software de prevención de plagio, el cual indica que no se debe superar el 30%. Se declara, que el trabajo de investigación: si contiene un porcentaje aceptable de similitud. Observaciones: ninguna.

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presenta constancia.

Huancayo 31 de mayo del 2023



---

Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

**HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS**

---

**Dr. Rubén Darío Tapia Silguera**  
**Presidente**

---

**Dr. Francisco Cyl Godiño Poma**  
**Jurado**

---

**Mg. Nelfa Estrella Ayuque Almidón**  
**Jurado**

---

**Mg. Miguel Ángel Pinado Santos**  
**Jurado**

---

**Mg. Leonel Untiveros Peñaloza**  
**Secretario docente**

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>ii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS .....</b>	<b>v</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAC.....</b>	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>CAPITULO I:.....</b>	<b>18</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>18</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	18
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos .....	20
1.3. Justificación .....	20
1.3.1. Practica o social .....	20
1.3.2. Científica o teórica .....	20
1.3.3. Metodológica .....	21
1.4. Delimitaciones.....	21
1.4.1. Espacial .....	21
1.4.2. Temporal .....	21
1.4.3. Económica.....	22
1.4.4. Delimitación Conceptual.....	22
1.5. Limitaciones.....	22
1.5.1. Limitación económica.....	22
1.6. Objetivos .....	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos .....	23

<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>24</b>
2.1. Antecedentes .....	24
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	24
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	27
2.2. Bases Teóricas.....	29
2.2.1. Agregados .....	29
2.2.2. Concreto .....	30
2.2.3. Diseño y dosificación del concreto método ACI 211.1 .....	35
2.2.4. Fibras para el concreto .....	41
2.2.5. Concreto reforzado con fibras .....	43
2.2.6. Resistencia a la flexión.....	45
2.2.7. Alambre Recocido Numero 16.....	46
2.3. Definición de términos .....	47
2.4. Hipótesis.....	51
2.4.1. Hipótesis general .....	51
2.4.2. Hipótesis específicas .....	51
2.5. Variables .....	51
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	51
2.5.2. Definición operacional de la variable .....	52
2.5.3. Operacionalización de la variable .....	53
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>55</b>
3.1. Método de investigación .....	55
3.2. Tipo de investigación .....	55
3.3. Nivel de investigación.....	56
3.4. Diseño de investigación .....	56
3.5. Población y muestra .....	56
3.5.1. Población.....	56
3.5.2. Muestra.....	57
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	57
3.7. Procesamiento de la información .....	58
3.8. Técnicas y análisis de datos .....	58
4.1. Diseño y dosificación de mezcla de concreto mediante el método ACI 211.1 .....	59

4.1.1. Diseño y dosificación del concreto para la viga patrón. ....	60
4.1.2. Diseño y dosificación del concreto para las vigas con adición de trozos de alambre número 16. ....	61
4.2. Resultados del asentamiento .....	63
4.3. Resultados del ensayo a compresión.....	64
4.4. Resultados del ensayo de flexión en vigas.....	67
4.5. Prueba de la hipótesis.....	73
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>75</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>78</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Resistencia de diseño. ....	36
<b>Tabla 2</b> Volumen unitario del agua. ....	37
<b>Tabla 3</b> Contenido de aire atrapado.....	38
<b>Tabla 4</b> Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto. ....	39
<b>Tabla 5</b> <i>Relación agua / cemento por resistencia.</i> ....	40
<b>Tabla 6</b> <i>Condiciones especiales de exposición.</i> ....	41
<b>Tabla 6</b> <i>Valores máximos del agua para la preparación del concreto.</i> .....	49
<b>Tabla 8</b> <i>Operacionalización de la variable independiente: Alambre número 16.</i> .....	53
<b>Tabla 9</b> <i>Operacionalización de la variable dependiente: Resistencia a la flexión en viga de concreto.</i> ....	54
<b>Tabla 10</b> <i>Resultados de los ensayos físicos a los agregados</i> .....	59
<b>Tabla 11</b> <i>especificaciones para el diseño y dosificación del concreto.</i> .....	60
<b>Tabla 12</b> <i>Valores de diseño de mezcla en seco por metro cubico para las viguetas patrón.</i> .....	60
<b>Tabla 13</b> <i>Valores de diseño corregidos por humedad de los agregados.</i> .....	61
<b>Tabla 14</b> <i>Valores de diseño con adición del alambre número 16 en un 2%.</i> .....	61
<b>Tabla 15</b> <i>Valores de diseño con adición del alambre número 16 en un 4%.</i> .....	62
<b>Tabla 16</b> <i>Valores de diseño con adición del alambre número 16 en un 6%.</i> .....	62
<b>Tabla 17</b> <i>Resultados del cono de Abrams</i> .....	63
<b>Tabla 18</b> <i>Resultados de los ensayos a compresión de las muestras patrón.</i> .....	64
<b>Tabla 19</b> <i>Resultados de los ensayos a compresión de las muestras con adición del 2% de alambre N°16.</i> .....	65

<b>Tabla 20</b> <i>Resultados de los ensayos a compresión de las muestras con adición del 4% de alambre N°16.</i> .....	66
<b>Tabla 21</b> <i>Resultados de los ensayos a compresión de las muestras con adición del 6% de alambre N°16.</i> .....	67
<b>Tabla 22:</b> <i>Resistencia a la flexión de la viga con adición del 2%, 4% y 6% de alambre N°16 a los 07 días de curado.</i> .....	68
<b>Tabla 23:</b> <i>Resistencia a la flexión de la viga con adición del 2%, 4% y 6% de alambre N°16 a los 14 días de curado.</i> .....	70
<b>Tabla 24:</b> <i>Resistencia a la flexión de la viga con adición del 2%, 4% y 6% de alambre N°16 a los 28 días de curado.</i> .....	71
<b>Tabla 25:</b> <i>Resistencia a la flexión promedios de la viga patrón y de las viguetas con adición del 2%, 4% y 6% de alambre N°16</i> .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> <i>Altura promedio (En número de pisos) de los proyectos de vivienda en oferta según sector urbano 2017 – 2020</i> .....	16
<b>Figura 2:</b> <i>Agregado fino y grueso</i> .....	30
<b>Figura 3:</b> <i>Componentes del concreto</i> .....	31
<b>Figura 4:</b> <i>Proporciones de los componentes del concreto</i> .....	32
<b>Figura 5:</b> <i>Ensayo del cono de Abrams</i> .....	33
<b>Figura 6:</b> <i>Ensayo a la compresión</i> .....	35
<b>Figura 7:</b> <i>Diferentes tipos de macrofibras</i> .....	43
<b>Figura 8:</b> <i>Carga vs deformación de cuatro placas</i> .....	44
<b>Figura 9:</b> <i>ASTM C78</i> .....	45
<b>Figura 10:</b> <i>ASTM C293</i> .....	46
<b>Figura 11:</b> <i>Alambre Recocido Numero 16</i> .....	46
<b>Figura 12:</b> <i>Ensayo del cono de Abrams</i> .....	63
<b>Figura 13:</b> <i>Ensayo a compresión</i> .....	64
<b>Figura 14:</b> <i>Ensayo a la flexión</i> .....	68
<b>Figura 15:</b> <i>Incremento de la resistencia a la flexión a los 07 días de curado</i> .....	69
<b>Figura 16:</b> <i>Incremento de la resistencia a la flexión a los 14 días de curado</i> .....	71
<b>Figura 17:</b> <i>Incremento de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado</i> .....	72

## CONTENIDO DE FOTOS

<b>Foto 1:</b> <i>Limpieza de impurezas del agregado.</i> .....	123
<b>Foto 2:</b> <i>Preparación de los moldes para la elaboración de las viguetas.</i> .....	123
<b>Foto 3:</b> <i>Determinando el contenido de humedad de los agregados.</i> .....	124
<b>Foto 4:</b> <i>Secado de los agregados para la determinación del contenido de humedad.</i> .....	124
<b>Foto 5:</b> <i>Pesado de los agregados.</i> .....	125
<b>Foto 6:</b> <i>Pesado de la cantidad de agua.</i> .....	125
<b>Foto 7:</b> <i>Pesado del alambre N° 16 para la preparación de las viguetas en proporciones del 2%, 4% y 6%.</i> .....	126
<b>Foto 8:</b> <i>Preparación del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, para la viga patrón y viguetas con adición del alambre N° 16 en proporciones del 2%, 4% y 6%.</i> .....	127
<b>Foto 9:</b> <i>Ensayo del Cono de Abrams</i> .....	127
<b>Foto 10:</b> <i>Determinación del Slump.</i> .....	128
<b>Foto 11:</b> <i>Viga patrón y viguetas con adición del alambre N° 16 en proporciones del 2%, 4% y 6%.</i> .....	128
<b>Foto 12:</b> <i>Curado de la viga patrón y las viguetas con adición del alambre N° 16.</i> .....	129
<b>Foto 13:</b> <i>Preparación de la viga patrón para ensayo a la resistencia a la flexión.</i> .....	129
<b>Foto 14:</b> <i>Preparación de las viguetas con adición del 2% de alambre 16 para ensayo a la resistencia a la flexión.</i> .....	129
<b>Foto 15:</b> <i>Preparación de las viguetas con adición del 4% de alambre 16 para ensayo a la resistencia a la flexión.</i> .....	130

<b>Foto 16:</b> <i>Preparación de las viguetas con adición del 6% de alambre 16 para ensayo a la resistencia a la flexión.</i> .....	131
<b>Foto 17:</b> <i>Ensayo de la resistencia a flexión de la viga patrón.</i> .....	131
<b>Foto 18:</b> <i>Ensayo de la resistencia a flexión de la vigueta con adición del 2% de alambre N° 16.</i> .....	132
<b>Foto 19:</b> <i>Ensayo de la resistencia a flexión de la vigueta con adición del 4% de alambre N° 16.</i> .....	132
<b>Foto 20:</b> <i>Ensayo de la resistencia a flexión de la vigueta con adición del 6% de alambre N° 16.</i> .....	133

## RESUMEN

La presente investigación tiene como problema principal ¿De qué manera la adición del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto?, como objetivo general: “Demostrar de qué manera la adición del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto” y como hipótesis general: “La adición del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto”, la hipótesis se validara con la prueba estadística ANOVA.

El método de investigación que se ha empleado en la presente investigación es el método científico, el tipo de investigación según la intervención del investigador es experimental, según su planificación es prospectivo y según el número de veces la variable de estudio es transversal.

El nivel de investigación empleado en el presente trabajo de investigación es explicativo, debido a que su propósito es demostrar que los cambios de la variable independiente afectan a la variable dependiente, en otras palabras, se busca determinar la relación causa – efecto.

Al concluir la presente investigación, se demostrará mediante los ensayos de laboratorio como la adición del alambre N° 16 incorporará en trozo de 5 cm y con diferentes proporcionasen de 2%, 4% y 6% en función al peso del diseño de mezcla, contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto

**Palabras claves:** Resistencia a la flexión de la viga, Alambre N° 16, Prueba estadística ANOVA.

## **ABSTRAC**

The present investigation has as main problem: How the addition of wire number 16 contributes to the improvement of the flexural resistance in concrete beam?, as a general objective: "Demonstrate how the addition of wire number 16 contributes to the improvement of flexural resistance in concrete beam" and as a general hypothesis: "The addition of wire number 16 contributes to the improvement of flexural resistance in concrete beam", the hypothesis will be validated with the ANOVA statistical test.

The research method that has been used in this investigation is the scientific method, the type of research according to the researcher's intervention is experimental, according to its planning it is prospective and according to the number of times the study variable is transversal.

The level of research used in this research work is explanatory, because its purpose is to demonstrate that changes in the independent variable affect the dependent variable, in other words, it seeks to determine the cause-effect relationship.

At the conclusion of this investigation, it will be demonstrated through laboratory tests and how the addition of wire No. 16 contributes to the improvement of the flexural strength in concrete beam.

Keywords: Flexural strength of the beam, Wire No. 16, ANOVA statistical test.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación “Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16”, busca demostrar mediante los ensayos en laboratorio y las pruebas estadísticas ANOVA como la adición del alambre N° 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto, para la cual se elaboró una viga patrón y viguetas con adición de trozos de alambre N° 16 en proporciones del 2%, 4% y 6%.

**Capítulo I:** En el presente capítulo se desarrolla el problema de investigación este contiene el planteamiento del problema en el cual se plantean las siguientes preguntas ¿La resistencia a la flexión variará con la adición de trozo de alambre N°16?, ¿La adición de trozos de alambre N° 16 reducirá los agrietamientos?, ¿Cuál será la resistencia a la flexión que alcanzará un concreto de resistencia 210 Kg/cm<sup>2</sup> con la adición trozos del alambre N° 16 en diferentes proporciones?, ¿Determinar la resistencia a la flexión que alcanza un concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> sin la adición del alambre N° 16?, ¿Comparar la resistencia a la flexión de un concreto 210 Kg/cm<sup>2</sup> con y sin la adición del alambre N° 16?, en este capítulo también contiene la formulación y sistematización del problema, la justificación, la delimitación, las limitaciones y los objetivos de la presente investigación.

**Capítulo II:** En este capítulo desarrolla el marco teórico, el cual contiene los antecedentes de la investigación (nacionales e internacionales), el marco conceptual el cual está en función de las variables y dimensiones de la investigación, la definición de términos, la hipótesis (general y específica) y las variables (definición conceptual de las variables y la definición operacional de las variables).

**Capítulo III:** En el presente capítulo se desarrolla la metodología, el cual contiene el método de investigación, el tipo de investigación el cual se definió según la intervención del investigador, el nivel de investigación, el diseño de la investigación, la población y la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección, el procesamiento de la información, las técnicas y análisis de datos.

**Capítulo IV:** En este capítulo se presenta los resultados obtenidos en laboratorio de la presente investigación.

**Capítulo V:** Este capítulo contiene la discusión en función de los resultados obtenidos en la presente investigación.

Finalmente se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencia bibliográfica y anexos de la investigación

## **CAPITULO I:**

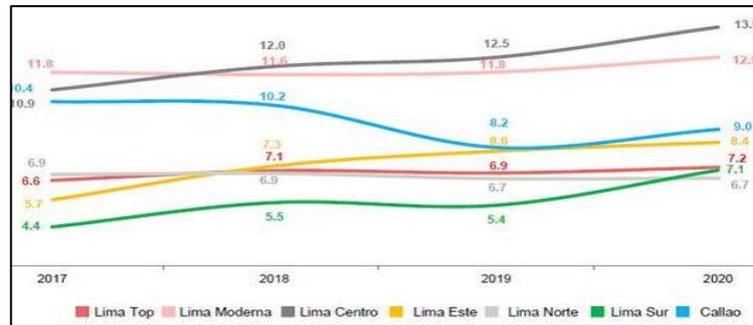
### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

El concreto es el material de construcción más utilizado en el mundo de la construcción. Su preparación es rápida y fácil, su alta eficiencia y su formabilidad es casi ilimitada hacen del concreto un material ideal para satisfacer las necesidades. Está compuesto principalmente por un aglomerante al que se le añaden agregados, agua y aditivos específicos. Su principal debilidad es que presenta una resistencia a la flexión casi nula, su módulo de rotura en flexión se aproxima del 10% al 20% del  $f_c$ , por lo que se ignora en los cálculos de análisis y diseño. (Asociación nacional de concreto premezclado, 2022)

La sociedad a través del tiempo ante la necesidad de mejorar las construcciones complejas se empleó el concreto, de esta forma el concreto sufrió muchos cambios desde su descubrimiento para satisfacer las necesidades de cada sociedad a través de su historia. Llegando a la actualidad donde la demanda de vivienda tiene un crecimiento inmobiliario de forma vertical. Es por eso bajo estas circunstancias el concreto también tiene que ir mejorando sus propiedades mecánicas como resistencia a la compresión y flexión.

**Figura 1:** Altura promedio (En número de pisos) de los proyectos de vivienda en oferta según sector urbano 2017 – 2020.



Fuente: CAPECO-Estudio del mercado de Edificaciones en Lima Metropolitana, 2017-2022

En nuestro país existen muchos proyectos como los pavimentos rígidos, las losas industriales, estacionamientos de centros comerciales, patios de maniobras, pisos para almacenes industriales entre otros en los cuales se incluyeron fibras en el concreto con la posibilidad de que estas cumplan las mismas funciones que las barras de acero.

Al momento de realizar el diseño de un concreto de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$  con la adición de trozos del alambre N° 16 en diferentes proporciones surgen las siguientes preguntas ¿La resistencia a la flexión variará con la adición de trozo de alambre N° 16?, ¿La adición de trozos de alambre N° 16 reducirá los agrietamientos?, ¿Cuál será la resistencia a la flexión que alcanzará un concreto de resistencia  $210 \text{ Kg/cm}^2$  con la adición de trozos del alambre N° 16 en diferentes proporciones?, ¿Determinar la resistencia a la flexión que alcanza un concreto  $210 \text{ Kg/cm}^2$  sin la adición del alambre N° 16?, ¿Comparar la resistencia a la flexión de un concreto  $210 \text{ Kg/cm}^2$  con y sin la adición del alambre N° 16?

Según lo expuesto, el escenario a estudiar engloba la resistencia a la flexión de un concreto de resistencia de  $210 \text{ Kg/cm}^2$  con la adición del alambre N° 16.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera la adición del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿De qué manera la adición al 2% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto?
- b) ¿De qué manera la adición al 4% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto?
- c) ¿De qué manera la adición al 6% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Practica o social**

La presente investigación busca mejorar la resistencia a la flexión de un concreto mediante la adición de trozos de alambre N° 16 para cuantificar las mejoras brindadas para poder considerarse en diseños futuros para la aplicación en losas industriales, patios de maniobra, estacionamientos de centros comerciales, pavimentos rígidos entre otros.

### **1.3.2. Científica o teórica**

Teniendo los conocimientos previos sobre el diseño de concreto con el uso de fibras, el Reglamento Nacional de Edificación publicado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento también se tiene las Normas Técnicas Peruanas (NTP) y el caso particular de ensayo a flexión se tiene NTP 339.078

Método de ensayo para determinar la resistencia a flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo y las normas internacionales del ASTM y ACI se procedió a realizar el análisis de la resistencia a la flexión del concreto con la adición del alambre N° 16 en diferentes proporciones en vigas simples apoyadas cargadas en los dos tercios.

### **1.3.3. Metodológica**

En la presente investigación se hará uso de las tablas de forma sistemática, para la recolección de los datos obtenidos en el laboratorio, estos datos serán procesados y analizados para verificar el mejoramiento de la resistencia a la flexión con adición del alambre número 16, también se hará uso del programa Microsoft Excel en donde realizaremos el diseño de mezcla mediante la metodología del ACI y el análisis de la rotura en viga a dos tercios con las diferentes proporciones de alambre N° 16 planteadas en el presente estudio, el resultado de la presente investigación servirá tener en consideración su uso dentro del diseño de losas industriales, estacionamientos de centros comerciales, patios de maniobras, pisos para almacenes industriales entre otros y de apoyo para investigaciones posteriores.

## **1.4. Delimitaciones**

### **1.4.1. Espacial**

La investigación se desarrollará en el departamento de Lima, provincia de Lima.

### **1.4.2. Temporal**

La presente tesis se desarrollará en el transcurso del presente año 2022.

### **1.4.3. Económica**

Los gastos que involucren el desarrollo de la presente tesis serán asumidos en su integridad por el sustentante.

### **1.4.4. Delimitación Conceptual**

EL estudio está encuadrado en el área de Ingeniería Civil, en el área de Estructuras – tecnología del concreto por lo tanto se realizarán mezclas de concreto con adición de alambre numero 16 al introducirlo como macro fibras con el fin de evaluar la resistencia ala flexion en estricto cumplimineto NTP 339.079. los patrones de concreto con un  $f'c = 210kg/cm^2$  y la dimenciones de pruebas seran de (vigas de concreto seran de 21'' x 6'' x 6''), y estas muestras tendran una adición de alambre numero 16 introducirlo como macro fibras de 2%. 4% y 6% con un  $f'c = 210kg/cm^2$  de diseño

## **1.5. Limitaciones**

### **1.5.1. Limitación económica**

En la presente investigación, la limitante económica está referida al costo elevado de las pruebas de laboratorio para determinar la resistencia a flexión, para abaratar dichos costos se empleó moldes de madera para la elaboración de las vigas de concreto.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Demostrar de qué manera la adición del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Demostrar cómo la adición al 2% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.
- b) Demostrar cómo la adición al 4% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.
- c) Demostrar cómo la adición al 6% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.

## **CAPITULO II:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

- Rojas (2020) En la investigación titulada “Influencia a la resistencia a flexión en vigas de concreto con adición de viruta de acero” Universidad Peruana los Andes, Huancayo, peru. La investigación formulo el siguiente objetivo; Determinar la influencia de la adición de viruta de acero en la resistencia a flexión en vigas de concreto, la hipótesis planteada fue: La adición de viruta de acero influye significativamente en la resistencia a flexión en vigas de concreto. Se empleo el método científico, el tipo de investigación es aplicada, nivel experimental y transversal, diseño de investigación experimenta. La población para esta investigación fueron 24 vigas de concreto (diseño patrón y con la incorporación de Viruta de acero (4%, 6% y 8%). Se concluyó que la adición de viruta de acero en las proporciones de 4%, 6% y 8% influye significativamente en la resistencia a la flexión de vigas de concreto, esto debido a que según los resultados y la prueba de hipótesis realizada la adición del 4% de viruta de acero al diseño de mezcla del concreto incrementó la resistencia de manera considerable tanto a los 14 días y 28 días de curado, el cual puede ser usado en los elementos estructurales horizontales como las vigas que generalmente están sometidas a cargas de flexión de las edificaciones; mientras que para las adiciones de viruta de acero al 6% y 8% la resistencia a la flexión se reduce considerablemente respecto al concreto convencional, demostrando que no siempre la adición de proporciones mayores de viruta de acero mejora la resistencia a la flexión.

- Guzmán & Gárate (2019) En la tesis título de “Viruta De Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto” de la Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. La investigación planteó el siguiente objetivo: Evaluar el efecto de la viruta de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto. Llegando a la siguiente conclusión de que la resistencia a compresión a los 28 días del concreto de diseño  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.2\% \text{ VA}$  fue de  $233.49 \text{ kg/cm}^2$ , para el diseño  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.4\% \text{ VA}$  fue de  $252.64 \text{ kg/cm}^2$  y para el diseño  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.6\% \text{ VA}$  fue de  $181.67 \text{ kg/cm}^2$ . La resistencia a compresión a los 28 días del concreto de diseño  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.2\% \text{ VA}$  fue  $196.87 \text{ kg/cm}^2$ , para el diseño  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.4\% \text{ VA}$  fue de  $210.15 \text{ kg/cm}^2$  y para el diseño  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.6\% \text{ VA}$  fue de  $150.59 \text{ kg/cm}^2$ . En ambos casos el porcentaje optimo es de 0.4% de viruta de acero para lograr aumento de aproximadamente un 20% en la resistencia, en la resistencia a flexión a los 28 días del concreto de diseño  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.2\% \text{ VA}$  fue de  $43.37 \text{ kg/cm}^2$ , para el diseño  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.4\% \text{ VA}$  fue de  $45.03 \text{ kg/cm}^2$  y para el diseño  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2 + 0.6\% \text{ VA}$  fue de  $42.37 \text{ kg/cm}^2$ . Además, la resistencia a flexión a los 28 días del concreto de diseño  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.2\% \text{ VA}$  fue  $35.78 \text{ kg/cm}^2$ , para el diseño  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.4\% \text{ VA}$  fue de  $35.51 \text{ kg/cm}^2$  y para el diseño  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2 + 0.6\% \text{ VA}$  fue de  $34.55 \text{ kg/cm}^2$ . En general según los resultados observados y el análisis estadístico realizado se puede decir que añadirle viruta de acero al concreto modifica significativamente la resistencia a la compresión del concreto, generando un efecto de aumento de la resistencia de diseño de manera proporcional para concretos con 0.2% y 0.4% de viruta de acero y una disminución de esta resistencia al añadirle 0.6% de viruta de acero. Además, se puede deducir que, en cuanto a la resistencia a la flexión del

concreto, los porcentajes usados no generan cambios significativos entre todos los grupos experimentales.

- Espinoza (2018) En su proyecto de tesis de pregrado titulado “Resistencia de Concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica” de la Universidad San Pedro, Cajamarca, Perú. La investigación planteó el siguiente objetivo; Determinar la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica. Llegando a las siguientes conclusiones: De acuerdo a los resultados y análisis, se concluye que las propiedades mecánicas de la viruta metálica es un material que no contiene ni absorbe agua, pero si ocupa 3.468 de peso específico más que el agregado fino, las muestras experimentales con la sustitución del 10% de viruta metálica logro superar a la probeta de la resistencia patrón, está en el orden de 5.68%, 8.63% y 5.62% por encima con respecto al patrón de los 7, 14 y 28 días.
- Flores & Mamani (2018) En su investigación de tesis de pregrado titulado “Evaluación comparativa de la resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra sika fiber cho 65-35-nb y con fibra sika fiber force pp-48” de la Universidad Universidad Nacional Del Altiplano, Puno-Peru. La investigación planteó el siguiente objetivo; Determinar la mejor alternativa al evaluar el concreto normal, concreto con fibra metálica (Sika Fiber CHO 65-35-NB) y concreto con fibra de polipropileno (Sika Fiber Force PP-48), respecto a cuál tiene mejor resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y costo, a una resistencia de diseño  $f'_c=210$ kg/cm<sup>2</sup>: De acuerdo a los resultados y análisis, se concluye La incorporación de fibra metálica (Sika Fiber CHO 65-35NB) en el diseño de mezcla del concreto  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, mejora significativamente su resistencia a la flexión

(Módulo de ruptura). La incorporación de fibra de polipropileno (Sika Fiber Force PP-48) en el diseño de mezcla del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mejora la resistencia a flexión y principalmente mejora la resistencia a compresión. Finalmente con respecto al costo unitario de materiales para la elaboración del concreto de los grupos de control, se concluye que el costo incrementa considerablemente conforme aumenta la cantidad de fibra utilizada.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

- Flores (2017), en su tesis titulada “Análisis comparativo de la resistencia a flexión del hormigón armado adicionando fibras comerciales, virutas y limallas de acero.” En la Universidad técnica de Ambato facultad de ingeniería civil y mecánica, Ambato, Ecuador. El estudio realizó los siguientes objetivos; Del efecto sobre la resistencia a flexión al añadir fibras de acero comerciales, virutas y limallas de acero de reciclaje, con una resistencia de diseño  $f'c = 240$  kg/cm<sup>2</sup> y acero de refuerzo con un esfuerzo de fluencia  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>, para lo cual se realizó un diseño, elaboración y curado de especímenes en laboratorio. Se elaboraron vigas de hormigón armado con adición de fibras de acero comerciales virutas y limallas de acero con el 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución parcial del cemento. Obteniendo la siguiente conclusión las vigas óptimas con el 15% presentan una deformación a la flexión en un rango aproximado de 2 mm, considerando así a estos porcentajes como los óptimos para la sustitución parcial con puzolanas artificiales, la sustitución parcial del cemento con el 10% de virutas de acero se consideró como ideal, ya que la trabajabilidad del hormigón con este porcentaje fue el más adecuado y el valor de la flexión fue de 1,39mm , mejorando así en un 25,6%, ensayadas a

los 28 días de curado en comparación de una viga normal, la sustitución parcial del cemento con el 15% de viruta de acero se puede considerar como la más ideal para mejorar la resistencia a la flexión.

- Sarta & Silva (2017) en su trabajo de investigación titulado “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y al 6%” en la Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. La investigación formulo el siguiente objetivo; Realizar para un concreto de resistencia a la compresión de 3000 PSI un análisis comparativo a la resistencia a la compresión, tensión indirecta y flexion del concreto convencional y el concreto reforzado con la adición de fibras de acero del 4% y 6% en busca de una mejor resistencia a los esfuerzos, llegando a la siguientes conclusion se pueden observar que aumento en cierto porcentaje el concreto modificado respecto al concreto convencional, en donde en todos los casos se evidencio un aumento considerable a la resistencia del cocnreto medido por cada uno de los ensayos realizados. Adicionalmente, las fibras de acero generaron la propiedad de la ductilidad, lo que permitio que al momento de fallar se muestre como una deformación, mas no una falla explosiva; la resistencia flexion de vigas con la adición de fibras de acero dio resultados favorables y cumplió con las normas establecidas; adicionalmente, las vigas modificadas al 6% presentaron un aumento en la resistencia a la flexion del 56,26% a la edad de 28.

- Valencia & Quintana (2016) En la tesis titulada “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%” en la Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. La investigación se realizo con el siguiente objetivo; Analizar el comportamiento del cocnreto simple y el

concreto reforzado con adición de fibras de acero al 12% y 14%, con el fin de conocer si existe una mejora en la capacidad de carga a la compresión, se llegó a la siguiente conclusión, se comprobó la mejora en la resistencia a la compresión de los cilindros sin fibra, notándose que la mezcla con adición del 14% fue la más alta, obteniendo una resistencia promedio 24500 kg-f o de 4324 psi, superando en un 13,65% la capacidad de resistencia a la compresión de la mezcla del concreto sin adición; los resultados encontrados evidencian que la mezcla que brindó mejor comportamiento a los 14 días superó en 30% por encima de la resistencia del diseño esperado, a los 21 días 38% por encima y a los 28 días se alcanzó una resistencia superior al 44% de la resistencia esperada, los cilindros sin adición de fibra de acero tuvieron una falla columnar, falla que no da tiempo a reacción porque se rompe el concreto en instante de segundos al llegar a su máxima resistencia, dejando los cilindros en un estado total de daño, a diferencia de los cilindros reforzados con fibra los cuales presentan falla tipo cono y corte cilíndrico que son unas fallas menos letales y se conservan un 80% la forma del cilindro.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Agregados**

Los agregados son elementos inertes del concreto, son un conjunto de partículas que pueden ser de origen artificial o natural cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la norma NTP 400.011.

Los agregados ocupan entre el 65% al 80% del volumen de la unidad cúbica del concreto, el concreto está conformado por una pasta de cemento y agua en el que se encuentran embebidos los agregados, su participación influye en todas las propiedades del concreto.

El agregado por su peso se puede clasificar en normal, liviano y pesado, por su limpieza en sucio y limpio, por su granulometría en agregado fino, agregado grueso o hormigón.

Los agregados se pueden obtener de la trituración de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, para ser empleados en la preparación de concretos de una obra deberán cumplir con la norma técnica NTP 400.037 o ASTM C33 o las especificaciones técnicas del proyecto, estas propiedades deberán ser determinadas mediante ensayos en laboratorio.

**Figura 2:** *Agregado fino y grueso.*



*Fuente: Elaboración Propia*

### **2.2.2. Concreto**

El concreto es un material pétreo, es de origen artificial, el cual se obtiene mezclando cuidadosamente cemento, arena y grava u otros agregados y agua en proporciones, posteriormente la mezcla se endurece en una forma y el tamaño deseado, el concreto está compuesto por agregado fino, agregado grueso, agua y cemento, el cemento y el agua se unen químicamente con las partículas de agregado y forman un sólido (Nilson, 2001).

**Figura 3:** Componentes del concreto.



*Fuente:* Aceros Arequipa.

Según (Barba, 2016), el primer componente del concreto es el cemento Portland, este representa entre el 9% y 15% del volumen de la mezcla, este le proporciona propiedades de adherencia y cohesión al concreto, produciendo así una buena resistencia a la compresión. Los agregados son materiales intermedios granulares, están divididos en agregados finos (arena) y agregados gruesos (grava), la calidad del agregado afecta directamente la calidad del concreto ya que este representa un 55% al 80% del volumen de la mezcla, se le denomina pasta de cemento al cemento Portland, aire, aditivo y agua, si se le añade agregado fino se denomina mortero y si al mortero se le añade agregado grueso se denomina concreto, por lo general la cantidad de aire atrapado oscila entre el 1% y 3% del volumen de su mezcla total.

**Figura 4:** *Proporciones de los componentes del concreto.*



*Fuente:* FAUM. UMSNH.

- El concreto fresco posee las siguientes cualidades:
  - a. **Trabajabilidad:** Este término incluye todos los funcionamientos involucrados para la manejabilidad del concreto fresco (Transportación, colocación, compactación y terminación), esta propiedad nos permite determinar la cantidad de esfuerzo requerido para manipular una determinada cantidad de concreto fresco, en otras palabras, la trabajabilidad es la es la propiedad que permite al concreto fresco su fácil manejar y contraer, sin que se produzca la segregación, la trabajabilidad está determinada principalmente por la consistencia y cohesividad (Sonara, 2008).
  - b. **Consistencia:** Está definida por la fluides de la mezcla del concreto fresco, es la capacidad de desplazarse dentro de los encofrados y llenarlos completamente, está en función de la relación agua cemento y la forma y tamaño de los agregados que se incorporen en la mezcla, el grado de fluides de concreto fresco puede ser: mezclas secas, mezclas plásticas, mezclas fluidas, el grado de fluides se selecciona en función de lo que se va construir y el método de compactación que se usara en

su colocación, esta propiedad generalmente se mide con el cono de Abrams (Torrent, 2020).

**Figura 5:** *Ensayo del cono de Abrams.*



*Fuente: Elaboración Propia*

c. Exudación: La exudación se produce por la viscosidad y la diferencia de densidades, mediante la cual una parte del agua de la mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie del concreto, este es inevitable en el concreto, esta viene influenciada por el material fino en los agregados y la finura del cemento, para reducir la exudación debe ser mayor la cantidad en porcentaje de material menor a la malla 100 y la molienda del cemento debe ser lo más fina, la exudación es inherente a su estructura, lo más importante es saber controlarla para que no se produzca los efectos negativos (Pasquel, 1993).

d. Contracción: El volumen del concreto en pasta necesariamente se contrae a causa de la reducción del volumen inicial del agua ocasionado por la combinación química, a esto se le denomina contracción intrínseca, este es un proceso irreversible, también existe otro tipo de contracción llamada por secado esta es

responsable de la mayor parte de los problemas de fisuración, debido a que se produce tanto en el estado plástico como el endurecido del concreto debido a pérdida excesiva del agua (Pasquel, 1993).

El concreto endurecido presenta las siguientes cualidades:

a. Características físico químicas.

- Impermeabilidad: la impermeabilidad es la capacidad que tiene un material de no dejar pasar a través de sus poros un fluido, sin embargo, el concreto al ser un material poroso nunca va ser un totalmente impermeable, para lograr una mayor impermeabilidad podemos hacer uso de los aditivos impermeabilizantes, de igual modo se debe mantener una relación agua cemento, se debe tener en cuenta que la permeabilidad en el concreto depende de la finura del concreto, cantidad de agua y compacidad (Torres, 2004).

- Durabilidad: Está en función de los agentes agresivos, estos pueden ser físicos, químicos y mecánicos, los que influye de manera significativa en la durabilidad del concreto son las sales, el calor, la humedad y los agentes contaminantes, también las circunstancias a las que está sometido el concreto como las vibraciones, sobrecargas, impactos, oscilaciones térmicas, vegetación o microorganismos, etc. afectan su durabilidad (Torre, 2004).

b. Características mecánicas.

- Resistencia a la compresión: Viene a ser la característica principal del concreto, definida como la capacidad de soportar una carga por unidad de área, es expresada en  $\text{Kg/cm}^2$ , Mpa y en ocasiones en PSI, por lo general la resistencia a la compresión es cuantificada a los 25 días, en túneles a los 7 días y en presas a los 56 días (Cemex, 2019).

**Figura 6:** Ensayo a la compresión.



*Fuente: Cemex.*

- Resistencia a la flexión: Por lo general su valor es el 10% de la resistencia a la compresión del concreto de una determinada resistencia  $f'_c$  (Torre, 2004)

### **2.2.3. Diseño y dosificación del concreto método ACI 211.1**

Este procedimiento fue desarrollado por el comité ACI 211.1 de diseño de mezclas, es bastante simple, este se basa en el empleo de tablas elaboradas, este método nos permite obtener diferentes valores de los materiales que se emplean en una unidad cubica de concreto.

Los materiales empleados son el cemento, los agregados, el agua y los aditivos, en algunas ocasiones se pueden poner adiciones minerales como las microslicas, cenizas volantes, escoria, etc., también se pueden adicionar las fibras metálicas, fibras, sintéticas dentro del diseño de la mezcla.

Para realizar el diseño y dosificación del concreto se debe tener los siguientes datos previos

- De obra: Máxima relación a/c, TMN del agregado grueso (En función del elemento), resistencia especificada  $f'c$ , condiciones agresivas al concreto, consistencia (Slump).
- De laboratorio: Análisis granulométrico (TMN y MF), gravedad específica, absorción, peso unitario suelto y compactado, contenido de humedad.

La secuencia para realizar el diseño y dosificación del concreto mediante la metodología ACI 211.1 es el siguiente.

Selección de la resistencia requerida: en caso de contar con la desviación estándar emplearemos las siguientes formulas.

$$f'_{cr} = f'c + 1.34\sigma$$

$$f'_{cr} = f'c + 2.33 \sigma - 35$$

donde

$f'_{cr}$ : Resistencia de diseño

$f'c$ : Resistencia requerida

$\sigma$ : Desviación estándar

En caso de no tener datos de la desviación estándar se determinará la resistencia de mediante la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Resistencia de diseño.*

$f'c$	$f'_{cr}$
Menos de 210 Kg/cm <sup>2</sup>	$f'c + 70$
210 Kg/cm <sup>2</sup> a 350 Kg/cm <sup>2</sup>	$f'c + 84$
Sobre 350 Kg/cm <sup>2</sup>	$f'c + 98$

Fuente: ACI 211.1

El cálculo unitario del agua está en función del asentamiento y el tamaño máximo nominal del agregado, este se calcula mediante la siguiente tabla.

**Tabla 2:** Volumen unitario del agua.

		<b>Agua en l/m<sup>3</sup>, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada</b>							
		<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>
<b>Asentamiento</b>									
<b>Concreto 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	---
<b>Concreto 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	---

Fuente: ACI 211.1

Para el cálculo del contenido de aire atrapado del proceso mecánico está en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso, este se calcula mediante la siguiente tabla.

**Tabla 3:** Contenido de aire atrapado.

<b>Tamaño máximo nominal del agregado grueso</b>	<b>Aire atrapado</b>
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: ACI 211.1*

El cálculo del volumen del agregado grueso está en relación al tamaño máximo nominal del agregado grueso y su módulo de finesa, este se calcula empleando la siguiente tabla.

**Tabla 4:** Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

<b>Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finesa del fino (b / bo)</b>				
<b>Tamaño máximo nominal del agregado grueso</b>	<b>2.40</b>	<b>2.60</b>	<b>2.80</b>	<b>3.00</b>
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Fuente: ACI 211.1*

La relación agua / cemento por resistencia está en función de la resistencia de diseño, este se calcula empleando la siguiente tabla.

*Tabla 5: Relación agua / cemento por resistencia.*

<b>f'c (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Relación agua / cemento en peso</b>	
	<b>Concretos sin aire incorporado</b>	<b>Concretos con aire incorporado</b>
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: ACI 211.1.*

Para el cálculo de la relación agua / cemento en condiciones especiales, este se calcula empleando la siguiente tabla.

**Tabla 6:** Condiciones especiales de exposición.

<b>Condiciones de exposición</b>	<b>Relación agua / cemento máximo, en concretos con agregado de peso normal</b>	<b>Resistencia en compresión mínima en concretos con agregados livianos</b>
<b>Concreto de baja permeabilidad</b>		
a) Expuestos a agua dulce ...	0.50	2.6
b) Expuestos a agua de mar o aguas solubles ....	0.45	
c) Expuestos a la acción de aguas cloacales	0.45	
<b>Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condiciones húmedas.</b>		
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas	0.45	300
b) otros elementos	0.50	
<b>Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salubres, neblina, o rocío de estas aguas</b>	0.40	325
<b>Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm</b>	0.45	300

*Fuente: ACI 211.1*

#### **2.2.4. Fibras para el concreto**

La incorporación de fibras en la concreta potencia es su desempeño ante presencia de cargas y factores externos, nos permite controlar la generación y desarrollo de fisuras en el concreto, la fibra proporciona a la mezcla de concreto

unas mayor elasticidad y soporte, las fibras no solo se puede adicionar al concreto sino también se pueden adicionar a los morteros y al concreto lanzado para.

- Incrementar la resistencia del concreto frente al agrietamiento.
- Controlar la abertura de las fisuras.
- Mejorar el desempeño del concreto en términos de tensión.

Las fibras se clasifican:

- Por material:
  - Fibras metálicas: Estas fibras son de acero con bajo contenido de carbón, su sección tiene una relación entre longitud y el diámetro que va desde 20 a 100.
  - Fibras sintéticas: Estas fibras pueden estar compuestas por polipropileno, poliestileno, carbón, nylon, poliéster, etc.
  - Fibras de vidrio: Son resistentes a los álcalis, poseen secciones discretas de fibra de vidrio.
  - Fibras naturales: Son de origen vegetal como el coco, madera, caña de azúcar, sisal, etc. posee diámetros de distinto tamaño cuyos valores oscilan entre 0.5 a 0.2 mm, sus valores de absorción son superiores al 12%.
- Por funcionalidad, geometría y dosificación
  - Microfibras: Por lo general son fibras de plástico, polietileno nylon, polipropileno, estos ayudan a reducir la segregación de la mezcla, estas fibras están destinadas a prevenir la formación de fisuras del concreto fresco o antes de las 24 horas, la dosificación de este tipo de fibras oscila entre 0.3 a 0.5 kg/m<sup>3</sup>, se observa que son dosificaciones muy bajas, pero son muy eficaces para prevenir la fisuración del concreto por retracción plástica, estas

fibras tiene diámetros que oscilan entre 0.023 mm a 0.0500 mm y sus longitudes varían entre los 12 y 17 mm pudiendo ser monofilamentos o fibriladas (Sika, 2014).

- **Macrofibras:** Estas fibras son por lo general de vidrio, acero, materiales sintéticos o naturales, el cual es empleado como refuerzo distribuido en todo el espesor el elemento y orientado en cualquier dirección, estas actúan como varillas de refuerzo o mallas electrosoldadas, la función principal de estas fibras es prevenir la fisuración en estado endurecido, reducir el ancho de la fisura si esta se presenta y permitir un adecuado funcionamiento de la estructura fisurada, el diámetro de estas macrofibras oscila entre los 0.25 mm y 1.5 mm con longitudes que varían desde 13 mm a 70 mm (Antillón, 2016).

**Figura 7:** *Diferentes tipos de macrofibras.*



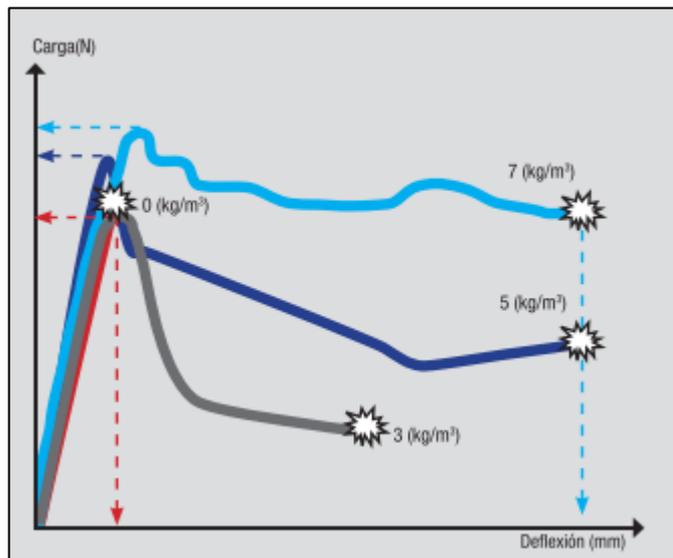
*Fuente: Sika.*

### **2.2.5. Concreto reforzado con fibras**

El concreto reforzado con macrofibras o fibroreforzado, posee una tenacidad mayor que el concreto sin fibras, esta característica le permite al concreto

primero deformarse ante la presencia de cargas para luego recién fallar, esto le permite a la estructura, después de la fisuración, seguir absorbiendo carga, de este modo la estructura continúa funcionando.

**Figura 8:** Carga vs deformación de cuatro placas.



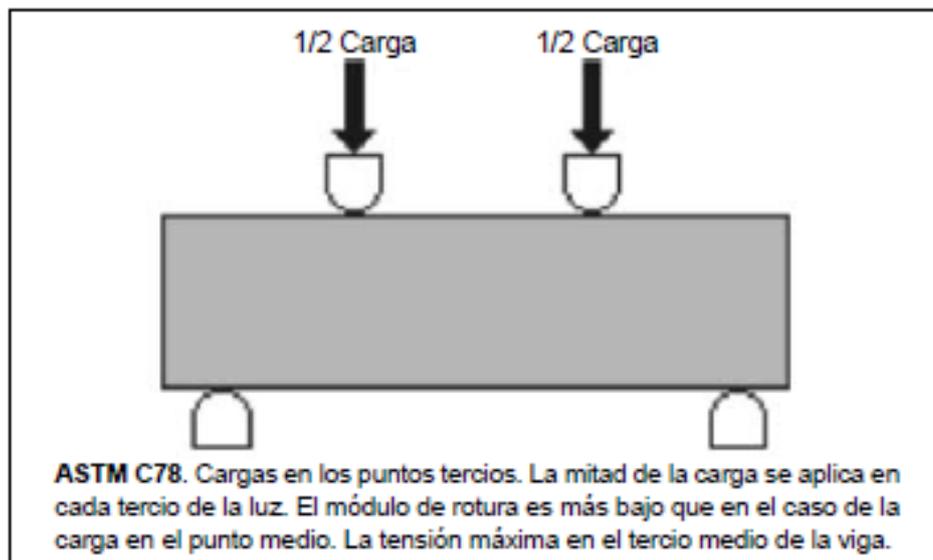
Fuente: Sika.

En la figura 7 se observa que han sido cargadas cuatro placas de concreto con un gato hidráulico, la deformación se medirá como la deflexión bajo el elemento en el centro de la luz, se observa que la curva roja se trata de un concreto sin refuerzo, el cual falla definitivamente y la estructura colapsa para una deformación y carga dada, en el caso de las curvas ploma, morada y celeste se trata de concretos con macrofibras, al aplicar diferentes cargas constantes sobre ellas, la estructura falla en el mismo lugar del concreto sin fibra con la diferencia que estas no colapsan y la estructura continúa en funcionamiento hasta que la deformación del elemento colapsa.

### 2.2.6. Resistencia a la flexión

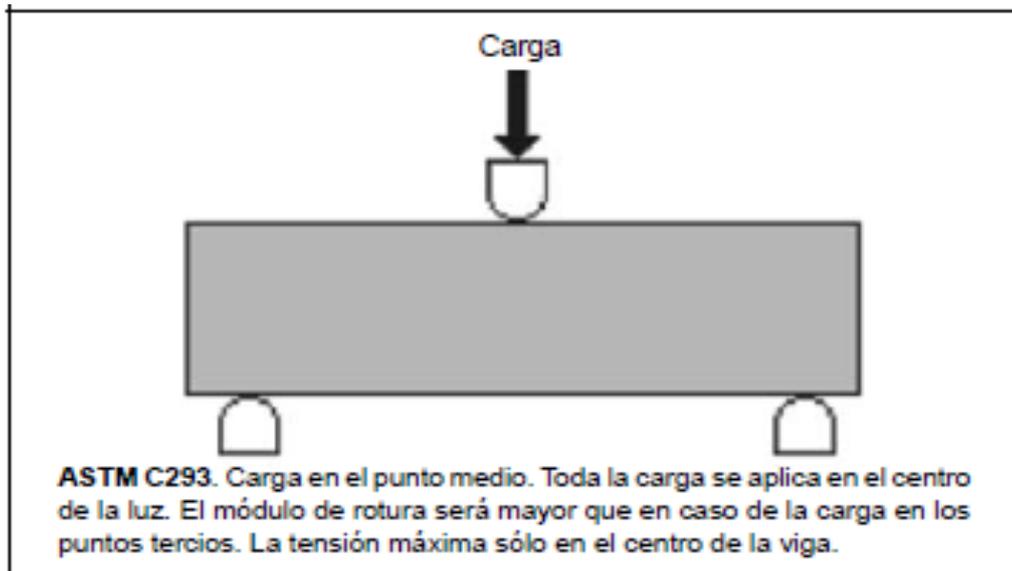
La resistencia a la flexión del concreto se mide la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada, es medida mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de sección transversal de 150 mm x 150 mm y con luz como mínimo de tres veces el espesor, la resistencia por flexión puede ser determinada mediante dos ensayos ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio), esta es expresada como el módulo de rotura (MR) y la unidad en la que se expresa es en Mpa (libras por pulgada cuadrada), por lo general el módulo de rotura se encuentra cerca del 10% al 20% de la resistencia a la compresión está en relación de las dimensiones y volumen del agregado grueso.

**Figura 9:** ASTM C78



*Fuente: NRMCA*

**Figura 10:** ASTM C293



*Fuente:* NRMCA

### **2.2.7. Alambre Recocido Numero 16**

Es un alambre de acero bajo en carbono obtenido por trefilado y posterior tratamiento térmico de recocido, esto le confiere una excelente ductilidad y trabajabilidad, posee un diámetro de 1.65 mm, es utilizado en la industria de la construcción para realizar amarres de acero corrugado.

**Figura 11:** Alambre Recocido Numero 16 y Trozos de alambre de 5 cm.



*Fuente:* Promart.

### 2.3. Definición de términos

- **Cemento portland:** El cemento portland es obtenido de la pulverización del Clinker Portland con la adición eventual del sulfato de calcio, el cemento portland debe cumplir con los requisitos de las normas NTP y ASTM para los diversos tipos de cemento que se fabrican en el Perú (Rivva, 2010).

El cemento portland cuando se e adiciona agua de forma conveniente forma una pasta conglomerante , posee alta resistencia y durabilidad después de fraguar y endurecer, los tipos de cementos son:

- Tipo 1: Es utilizado en terrenos con contenidos menores a 150 ppm de sulfato soluble en agua, es empleado en estructuras, acabados de edificaciones, estructuras industriales, puentes, etc. a mayor edad del concreto este cemento le proporciona mayor resistencia.
- Tipo II: Es utilizado en terrenos con presencia moderada de sulfatos o en aquellos casos que se requiera un moderado calor de hidratación, este cemento le proporciona al concreto menores cambios de volumen y una menor tendencia a la exudación, su uso está recomendado para estructuras industriales, obras portuarias, fabricación de tubos de concreto, alcantarillado y todas aquellas obras que están expuestas a suelos con exposición moderada del orden de 150 ppm a 1500 ppm de sulfatos solubles en agua.
- Tipo III: Es empleado cuando se necesita una alta resistencia a edades tempranas, por lo general menos de una semana, su uso es recomendado cuando se desea adelantar el desencofrado, su empleo no es adecuado en climas fríos debido a que produce un alto calor.

- Tipo IV: Es empleado cuando se desea minimizar la tasa y cantidad de calor generado por la hidratación, es por ello que este tipo de cemento desarrollara una la resistencia a una tasa lenta que los otros tipos de cemento, es recomendado para vaciados de grandes masas de concreto como por ejemplo las presas de concreto.

- Tipo V: Es utilizado en suelos ácidos de exposición severa de 1500 a 10 000 ppm de sulfatos solubles en agua, es empleado en obras puertearías expuestas al agua de mar, tubos de alcantarilla, piscinas, acueductos, canales, suelos salinos, etc. los cuales deberán soportar los ataques químicos.

También existen los cementos adicionados, los cuales mencionaremos a continuación.

- Tipo IP y IPM: Este tipo de cemento ofrece alta resistencia a mediano y largo plazo, alta resistencia a las sales y cloruros, posee un bajo contenido de álcalis, por lo general es empleado encofrados, cimentaciones, construcciones en mina, etc. en todas aquellas obras que requieran altas resistencias a los sulfatos, este cumple con la norma técnica peruana NTP 334-90.

- Tipo MS: Este cemento posee una alta resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación, este cemento es fabricado mediante la molienda conjunta del Clinker y adiciones minerales generando estructuras menos permeables y con una mayor resistencia al ataque químico que lo protegen contra el salitre y sulfuros, su uso es recomendado en estructuras de concreto que tienen contacto con suelos salitrosos y estructuras expuestas con el agua de Mar.

- Tipo ICo: Corresponde al cemento tipo I, está diseñado para todo tipo de estructuras y construcción en general que no presentes requerimientos especiales, está compuesto por Clinker, yeso y adiciones especiales (calizas), es empleado para

la preparación de concretos aligerados (Hormigón) para elementos no estructurales, morteros para asentamiento de ladrillos, tarrajeo, acabados interiores y exteriores, etc.

- **Agua para concreto:** El agua para la elaboración del concreto debe de cumplir con la norma técnica peruana NTP 339.088 y de preferencia debe de ser agua potable, en la actualidad aún no existe un criterio uniforme en cuanto en cuanto a los límites permisibles para las sales y sustancias presentes en el agua que se va emplear, los valores máximos aceptados para el agua que se empleara en preparación del concreto es:

*Tabla 7: Valores máximos del agua para la preparación del concreto NTP 339.088:2014.*

	<b>Valores máximos</b>
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles totales	500 ppm
Ph	Mayor a 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

*Fuente: Materiales para la construcción (Rivva, 2010).*

- **Diseño y dosificación del concreto:** *El diseño y dosificación del concreto implica* determinar las proporciones adecuadas de los componentes del concreto, con la finalidad de obtener la resistencia y durabilidad requerida.

- **Norma técnica peruana (NTP):** Son documentos en los que se establece las especificaciones de calidad de los productos, procesos y servicios, también existen NTP sobre métodos de ensayo, terminología, envase y rotulado que se complementan, su aplicación es de carácter voluntario. Las normas técnicas son elaboradas por los comités técnicos de normalización, en los que participan todos los involucrados en la actividad a normalizar (Productores, comercializadores, consumidores y técnicos calificados), posteriormente es elevado al Indecopi para su aprobación.
- **American Society for Testing and Materials (ASTM):** En español significa, sociedad americana para pruebas y materiales, es una organización de estándares internacionales, creada sin fines de lucro, desarrolla y publicita acuerdos voluntarios de estándares técnicos para una amplia gama de materiales, productos, sistemas y servicios. Hay aproximadamente 12,575 acuerdos estándar voluntario aplicables a nivel mundial y cuenta con más de 30 000 miembros que representan a 135 países. La oficina principal de ASTM internacional está ubicada en West Conshohocken, Pensilvania, EE.UU, al noroeste de Filadelfia.
- **Norma técnica peruana NTP 400.037:** Esta Norma estaba basada en la norma ASTM C 33, en ella se establece los requisitos de gradación (Granulometría) y de los agregados gruesos y finos para el uso en la elaboración del concreto.
- **Agregado grueso:** Es aquel agregado retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4), este puede provenir de la desintegración natural o mecánica de la roca, el cual debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma NTP 400.037.

- **Agregado fino:** Es aquel agregado que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz normalizado 74  $\mu$ m (N° 200), este puede provenir de la desintegración natural o mecánica de la roca.

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La adición del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a la flexión en viga de concreto.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- a) La adición al 2% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.
- b) La adición al 4% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.
- c) La adición al 6% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

#### **Variable independiente: Alambre número 16**

El alambre número 16 es también conocido comercialmente como alambre negro a causa del color que este posee es un alambre de acero de bajo contenido de carbono es obtenido por trefilación y es sometido a un tratamiento térmico de recocido, el cual le otorga una excelente ductilidad manteniendo una adecuada resistencia mecánica, el alambre número 16 es empleado en la construcción para

realizar los amares de los fierros corrugados en todo tipo de estructuras, el alambre número 16 tiene las siguientes características son.

- Calibre: 16
- Diámetro: 1.59 +- 0.04
- Resistencia a la tracción: 32 – 45.9 Kg/mm<sup>2</sup>
- Unidad de medida: Kilogramos.
- Ductilidad: Alta.

### **Variable dependiente: Resistencia a la flexión en viga de concreto**

La resistencia de la flexión o tracción de una viga concreto es determinada mediante el uso de una viga simple la cual es ensayada con carga a los tercios del claro o en el punto medio en el cual se mide la falla por momento, la velocidad de la carga que se va aplicar sobre la viga a ensayar debe estar entre 0.9 Mpa/min y 1.2 Mpa/min hasta producir la rotura de la viga, la viga debe tener una sección transversal de 150 mm x 150 mm y con luz como mínimo de tres veces el espesor. La resistencia a la flexión es determinada mediante métodos de ensayo NTP 339.078 (cargada en los puntos tercios) o NTP 339.79 (cargada en el punto medio)

### **2.5.2. Definición operacional de la variable**

#### **Variable independiente: Alambre número 16.**

El alambre numero 16 o alambre negro, será coartado en trozos de 5 cm para ser añadido en el diseño y dosificación del concreto en proporciones del 2%, 4% y 6%.

### **Variable dependiente: Resistencia a la flexión en viga de concreto**

Mediante la aplicación del método de ensayo de la norma NTP 339.78 determinaremos la resistencia a la flexión del concreto en vigas simple apoyada con cargas a los tercios del tramo a una velocidad de carga que va estar entre 0.9 Mpa/min y 1.2 Mpa/min hasta producir la rotura de la viga.

#### **2.5.3. Operacionalización de la variable**

*Tabla 8: Operacionalización de la variable independiente: Alambre número 16.*

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumentó</b>
Alambre número 16	Adición del alambre número 16	Cantidad del alambre número 16: 2% 4% 6%	Balanza digital con precisión de 0.1 gr

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 9:** Operacionalización de la variable dependiente: Resistencia a la flexión en viga de concreto.

<b>Nombre de la variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumentó</b>
Resistencia a la flexión en viga de concreto	Concreto con $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	Ensayo de resistencia de flexión del concreto en viga de concreto apoyadas con cargas en los tercios del tramo.	Equipo para el ensayo de flexión de viga de concreto.

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Método de investigación**

En la presente investigación, se empleó el método científico, está constituido por un conjunto de procedimientos, instrumentos, acciones, técnicas, estratégicas y tácticas para resolver el problema de investigación y probar la hipótesis (Carrasco, 2005).

El método científico, también se puede definir como un conjunto de postulados, reglas y normas que nos permiten estudiar y dar solución a los problemas de investigación, en un sentido más amplio el método científico es el conjunto de procedimientos que valiéndose de instrumentos y técnicas, examina y da solución a un problema o conjunto de problemas de investigación (Bernal, 2010)

En la presente investigación se empleará el método experimental, es decir la manipulará intencionalmente las variables independientes para observar sus efectos en las variables dependientes, bajo el control del investigador, en este tipo de investigación existe un grupo de control y otro experimental (Carrasco, 2005).

### **3.2. Tipo de investigación**

Según la intervención del investigador, el tipo de investigación es experimental, porque se manipula la variable independiente para observar cómo se refleja en la variable dependiente, según la planificación la toma de datos es prospectivo, los datos para la elaboración de la presente tesis son recogidos de los ensayos de laboratorio, según el número de ocasiones en que se mide la variable de

estudio es transversal, la medición de las variables se realiza una sola vez (Hernández et al. 2014).

### **3.3. Nivel de investigación**

En base a los resultados del laboratorio de las vigas con adición de alambre número 16 en proporciones 2%, 4% y 6%, se demostrará como la resistencia a la flexión o tracción mejora en comparación de una viga sin la adición del alambre número 16 a diferentes edades, por lo tanto, el nivel de investigación es explicativo, debido a que su propósito es demostrar que los cambios de la variable independiente afectan a la variable dependiente, en otras palabras se busca determinar la relación causa – efecto (Hernández et al. 2014).

### **3.4. Diseño de investigación**

En la presente tesis, los datos son obtenidos mediante los ensayos de la resistencia a la flexión mediante la aplicación de las cargas en los puntos tercios tanto de las vigas con y sin alambre número 16, por lo tanto, el diseño de la investigación es experimental, es un proceso el cual consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones, estímulos o tratamientos a la variable independiente para poder observar las reacciones o efectos que se producen en la variable dependiente (Mejía, 2005).

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población está conformada 60 vigas con y sin adición de alambre número 16 con resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , de las cuales 15 vigas son las muestras patrón con un  $f'c = \text{kg/cm}^2$  y las restantes son las vigas con adición de alambre número 16 en diferentes proporciones del 2%, 4% y 6%.

### **3.5.2. Muestra**

Para el diseño y dosificación del concreto para las vigas se empleó el método ACI 211.1, tanto para el diseño de la mezcla sin y con la adición del alambre número 16, la muestra está conformada por 60 vigas las cuales todas fueron ensayadas a los 7 días, 14 días y 28 días.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En el presente trabajo de investigación, la técnica empleada para la recolección de datos es la observación es proceso deliberado de comprensión de las propiedades, cualidades y atributos de los objetos y sujetos de la realidad, ya sea mediante nuestros sentidos o con la ayuda de instrumento que nos permiten ampliar nuestras capacidades en otras la observación es el proceso metódico de recolectar, recopilar y registrar datos experimentales de un objeto, sujeto, un suceso, un acontecimiento o conducta con la finalidad de procesarlo y transformarlo en información, por el grado de manipulación de variables es una observación experimental es cuando la variable dependiente es influenciado por la manipulación de la variable independiente por el observador, es decir el investigador creo artificialmente la realidad de la investigar, por los medios empleados es una observación estructurada, es decir se empleó instrumentos previamente en función de las variables para la recolección de la información (Carrasco, 2005).

La aplicación de una técnica de recolección de datos nos da como resultado la recopilación de información, esta debe ser almacenada en un medio físico para que posteriormente pueda ser extraídos para ser procesados, analizado e interpretados a este soporte se le denomina instrumento (Fidias, 2006).

En la presente investigación el instrumentó para la recolección y de la información para su posterior procesamiento son los formatos de laboratorio empleados para registrar las propiedades de los agregados (Peso unitario de los agregados, Peso específico de los agregados, Contenido de humedad, Análisis granulométrico del agregado) y el ensayo a flexión de las vigas con y sin la adición del alambre número 16.

### **3.7. Procesamiento de la información**

Para el procesamiento de la información se emplearán los siguientes programas.

- Microsoft Excel.
- Microsoft Word.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

En la presente investigación se determinará primeramente las propiedades de los agregados, posteriormente se realizará el diseño y dosificación mediante el método ACI 211.1 para las vigas patrón sin la adición del alambre número 16 y las vigas con la adición de alambre número 16 en proporciones del 2%, 4% y 6%, posteriormente se procederá a realizar el ensayo para determinar la resistencia a la flexión de las vigas patrón con y sin la adición del alambre número a diferentes proporciones (2%, 4% y 6%) a diferentes edades de curado (7días, 14 días y 28 días)

## CAPITULO IV:

### RESULTADOS

#### 4.1. Diseño y dosificación de mezcla de concreto mediante el método ACI 211.1

En la tabla 10, se muestra un resumen de los resultados de los ensayos físicos realizados a los agregados, estos resultados se encuentran detallados en el anexo 2.

*Tabla 10: Resultados de los ensayos físicos a los agregados*

<b>Datos de los ensayos físicos de los agregados.</b>	<b>Unidad</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.848	2.837
Peso unitario suelto seco	kg/cm <sup>3</sup>	1672	1497
Peso unitario seco compactado	kg/cm <sup>3</sup>		1675
Absorción	%	0.4	0.7
Contenido de humedad	%	3.3	0.6
Módulo de finesa		2.64	
Tamaño máximo nominal	Pulg		1/2

*Fuente: Elaboración propia.*

Las especificaciones para el diseño y dosificación del concreto para la elaboración de las viguetas se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 11:** especificaciones para el diseño y dosificación del concreto.

<b>Especificaciones para el diseño y dosificación del concreto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Resistencia requerida (f'c)	Kg/cm <sup>2</sup>	210
Slump	Pulg.	3 – 4

*Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.1.1. Diseño y dosificación del concreto para la viga patrón.**

En el anexo 03, se detalla el diseño y dosificación del concreto de resistencia f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> para la elaboración de las viguetas patrón.

**Tabla 12:** Valores de diseño de mezcla en seco por metro cubico para las viguetas patrón.

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Pesos por metro cubico</b>	<b>Proporción en peso</b>
Cemento	kg	387	1
Agua	lts	207	23.72
Agregado fino	kg	873	2.26
Agregado grueso	kg	954	2.46

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 13:** Valores de diseño corregidos por humedad de los agregados.

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Pesos por metro cubico</b>	<b>Proporción en peso</b>
Cemento	kg	387	1
Agua	lts	192	21.1
Agregado fino	kg	885	2.29
Agregado grueso	kg	954	2.47

Fuente: Elaboración propia.

#### **4.1.2. Diseño y dosificación del concreto para las vigas con adición de trozos de alambre número 16.**

Para la elaboración de las viguetas con adición del alambre número 16 en las proporciones del 2%, 4% y 6%, se adiciono en función del peso total ya de los materiales ya corregidos por humedad.

**Tabla 14:** Valores de diseño con adición del alambre número 16 en un 2%.

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Pesos por metro cubico</b>	<b>Proporción en peso</b>
Cemento	kg	387	1
Agua	lts	192	21.1
Agregado fino	kg	885	2.29
Agregado grueso	kg	954	2.47
Alambre número 16	Kg	48.36	0.12

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15:** Valores de diseño con adición del alambre número 16 en un 4%.

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Pesos por metro cubico</b>	<b>Proporción en peso</b>
Cemento	kg	387	1
Agua	lts	192	21.1
Agregado fino	kg	885	2.29
Agregado grueso	kg	954	2.47
Alambre número 16	Kg	96.72	0.25

*Fuente: Elaboración propia.*

**Tabla 16:** Valores de diseño con adición del alambre número 16 en un 6%.

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Pesos por metro cubico</b>	<b>Proporción en peso</b>
Cemento	kg	387	1
Agua	lts	192	21.1
Agregado fino	kg	885	2.29
Agregado grueso	kg	954	2.47
Alambre número 16	Kg	145.08	0.37

*Fuente: Elaboración propia.*

## 4.2. Resultados del asentamiento

Para medir el asentamiento del concreto tanto para las viguetas patrón como para las viguetas con adición de alambre nmero 16 se empleó el cono de Abrams para calcular la consistencia del concreto, de acuerdo a nuestro diseño esta debe encontrarse entre 3 a 4 Pulg.

*Tabla 17: Resultados del cono de Abrams*

<b>Diseño y dosificación del concreto para las vigas</b>	<b>Slump de 3 Pulg a 4 Pulg (7.62 cm a 10.16 cm)</b>
Patrón	8.9 cm
Con adición del 2% del alambre numero 16	10 cm
Con adición del 4% del alambre numero 16	8.8 cm
Con adición del 6% del alambre número 16	7.8 cm

*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 12: Ensayo del cono de Abrams.*



*Fuente: Elaboración propia.*

### 4.3. Resultados del ensayo a compresión

El presente ensayo se realizó de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 339.034.2015, para lo cual se realizaron 24 probetas.

*Figura 13: Ensayo a compresión.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 18: Resultados de los ensayos a compresión de las muestras patrón.*

Muestra	Edad del ensayo (días)	Diámetro cm	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura en KN	Carga de rotura en kg	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	%f'c
Concreto de f'c:210	7	10	78.54	183.9	18752.58	239		
Concreto de f'c:210	7	10	78.54	175.0	17845.03	227	233	110.9 5%
Concreto de f'c:210	7	10	78.54	180.0	18354.89	234		
Concreto de f'c:210	28	10	78.54	238.5	24320.23	310		
Concreto de f'c:210	28	10	78.54	250.6	25554.08	325	321	153.0 2
Concreto de f'c:210	28	10	78.54	253.4	25839.61	329		

*Fuente: Elaboración propia.*

En la tabla 18, se observa que la resistencia a la compresión de la muestra patrón supero la resistencia de diseño  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado en un 11.6% más, obteniéndose una resistencia promedio  $f'c$  de 233 kg/cm<sup>2</sup>, y a los 28 días de curado supero la resistencia de diseño en un 53.02% más, obteniéndose una resistencia promedio  $f'c$  de 321 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 19:** Resultados de los ensayos a compresión de las muestras con adición del 2% de alambre N°16.

Muestra	Edad del ensayo (días)	Diámetro cm	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura en KN	Carga de rotura en kg	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	% $f'c$
Concreto de $f'c$ :210 + 2% alambre	7	10	78.54	246.9	21352.86	272		
Concreto de $f'c$ :210 + 2% alambre	7	10	78.54	213.5	21770.94	277	275	130.89 %
Concreto de $f'c$ :210 + 2% alambre	7	10	78.54	212.2	21638.38	276		
Concreto de $f'c$ :210 + 2% alambre	28	10	78.54	263.1	26828.73	342		
Concreto de $f'c$ :210 + 2% alambre	28	10	78.54	265.8	27104.06	345	343	163.55 %
Concreto de $f'c$ :210 + 2% alambre	28	10	78.54	264.7	26991.89	344		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19, se observa que la resistencia a la compresión de las muestras con un 2% de alambre número 16, supero la resistencia de diseño  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado en un 30.89% más, obteniendo una resistencia promedio  $f'c$  de 275 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días de curado supero la resistencia de diseño en un 63.54% más, obteniéndose una resistencia promedio  $f'c$  de 343 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 20:** Resultados de los ensayos a compresión de las muestras con adición del 4% de alambre N°16.

Muestra	Edad del ensayo (días)	Diámetro cm	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura en KN	Carga de rotura en kg	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	%f'c
Concreto de f'c:210 + 4% alambre	7	10	78.54	246.9	25176.79	321		
Concreto de f'c:210 + 4% alambre	7	10	78.54	237.5	24218.26	308	314	149.35 %
Concreto de f'c:210 + 4% alambre	7	10	78.54	240.3	24503.78	312		
Concreto de f'c:210 + 4% alambre	28	10	78.54	297.2	30305.96	386		
Concreto de f'c:210 + 4% alambre	28	10	78.54	293.6	29938.86	381	383	182.61
Concreto de f'c:210 + 4% alambre	28	10	78.54	295.3	30112.21	383		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 20, se observa que la resistencia a la compresión de las muestras con un 4% de alambre número 16, supero la resistencia de diseño f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado en un 49.35% más, obteniendo una resistencia promedio f'c de 314 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días de curado supero la resistencia de diseño en un 82.61% más, obteniéndose una resistencia promedio f'c de 383 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 21:** Resultados de los ensayos a compresión de las muestras con adición del 6% de alambre N°16.

Muestra	Edad del ensayo (días)	Diámetro cm	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura en KN	Carga de rotura en kg	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	%f'c
Concreto de f'c:210 + 6% alambre	7	10	78.54	211.1	21526.2	274		
Concreto de f'c:210 + 6% alambre	7	10	78.54	226.7	23116.96	294	283	134.70%
Concreto de f'c:210 + 6% alambre	7	10	78.54	215.8	22005.47	280		
Concreto de f'c:210 + 6% alambre	28	10	78.54	249.8	25472.51	324		
Concreto de f'c:210 + 6% alambre	28	10	78.54	263.1	26828.73	342	333	158.40
Concreto de f'c:210 + 6% alambre	28	10	78.54	255.7	26074.14	332		

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 21, se observa que la resistencia a la compresión de las muestras con un 6% de alambre número 16, supero la resistencia de diseño f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 7 días de curado en un 34.70% más, obteniendo una resistencia promedio f'c de 283 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días de curado supero la resistencia de diseño en un 58.40% más, obteniéndose una resistencia promedio f'c de 333 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.4. Resultados del ensayo de flexión en vigas

Para el presente ensayo se realizaron un total de 60 viguetas cuyas dimensiones son 15 cm x 15 cm x 50 cm, estas fueron realizadas de acuerdo a la norma técnica NTP 339.079.2017, las cuales están distribuidas de la siguiente manera: 15 vigas patrón, 15 vigas con el 2% de adición de alambre número 16, 15

vigas con el 4% de adición de alambre número 16 y 15 vigas con el 6% de adición de alambre número 16, las cuales han sido ensayadas a los 7 días de curado, 14 días de curado y 28 días de curado.

**Figura 14:** Ensayo a la flexión.



Fuente: Elaboración propia.

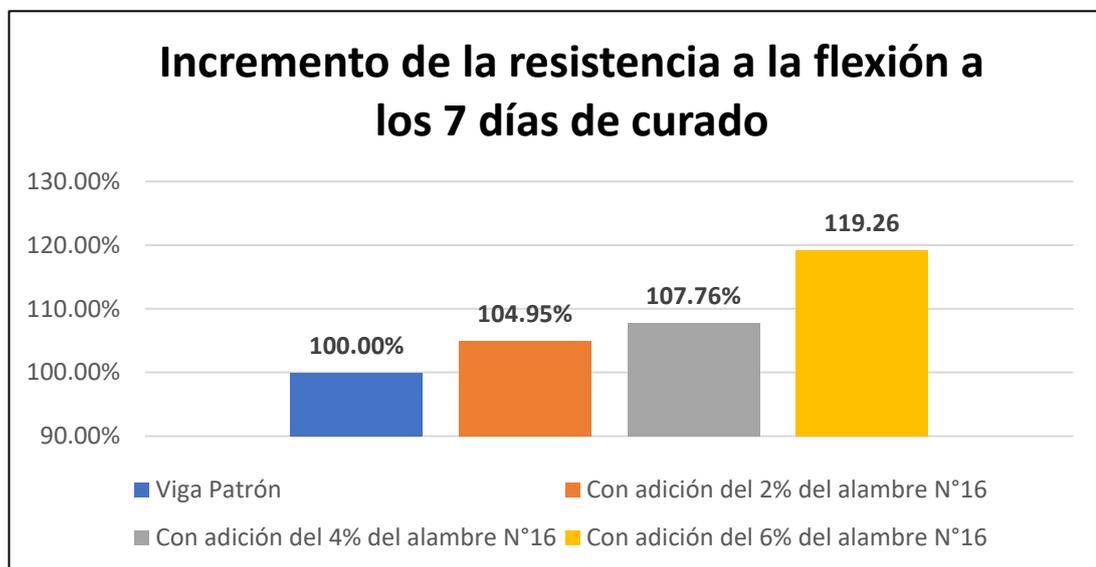
**Tabla 22:** Resistencia a la flexión de la viga con adición del 2%, 4% y 6% de alambre N°16 a los 07 días de curado.

N°	Edad del ensayo (días)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )			
		Patrón	Con adición del 2% del alambre N°16	Con adición del 4% del alambre N°16	Con adición del 6% del alambre N°16
1	07	36.57		44.05	48.67
2	07	39.02		44.60	47.86
3	07	37.66		40.92	47.04
4	07	41.47		43.10	46.91
5	07	45.14		42.69	47.86
<b>Promedio</b>		39.97	41.95	43.07	47.67
<b>Incremento %</b>		<b>100</b>	<b>104.95</b>	<b>107.76</b>	<b>119.26</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 22 se observa que la resistencia a flexión de la viga patrón a los siete días de curado en promedio es de 39.97 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a flexión de las viguetas con adición del 2% del alambre N° 16 en promedio a los siete días curado es de 41.95 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a flexión de las viguetas con adición del 4% del alambre N° 16 en promedio a los siete días curado es de 43.07 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a flexión de las viguetas con adición del 6% del alambre N° 16 en promedio a los siete días curado es de 47.67 kg/cm<sup>2</sup>

**Figura 15:** Incremento de la resistencia a la flexión a los 07 días de curado.



Fuente: Elaboración propia.

El porcentaje del incremento de la resistencia a la flexión en las viguetas con adición del 2% del alambre N° 16, a los siete días de curado es de 4.95%, el incremento de la resistencia a la flexión en las viguetas con adición del 4% del alambre N° 16, a los siete días de curado es de 7.76% y el incremento de la resistencia de a la flexión en las viguetas con adición del 6% del alambre N° 16, a los siete días de curado es de 19.26%, con respecto a la viga patrón como se observa en la figura 14.

**Tabla 23:** Resistencia a la flexión de la viga con adición del 2%, 4% y 6% de alambre N°16 a los 14 días de curado.

N°	Edad del ensayo (días)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )			
		Patrón	Con adición del 2% del alambre N°16	Con adición del 4% del alambre N°16	Con adición del 6% del alambre N°16
1	14	43.51	47.59	41.88	48.39
2	14	44.73	40.11	46.50	48.29
3	14	44.32	42.96	42.56	50.18
4	14	41.47	43.64	43.64	50.28
5	14	42.28	45.14	45.55	48.38
<b>Promedio</b>		43.26	43.89	44.02	49.10
<b>Incremento %</b>		<b>100</b>	<b>101.46</b>	<b>101.76</b>	<b>113.50</b>

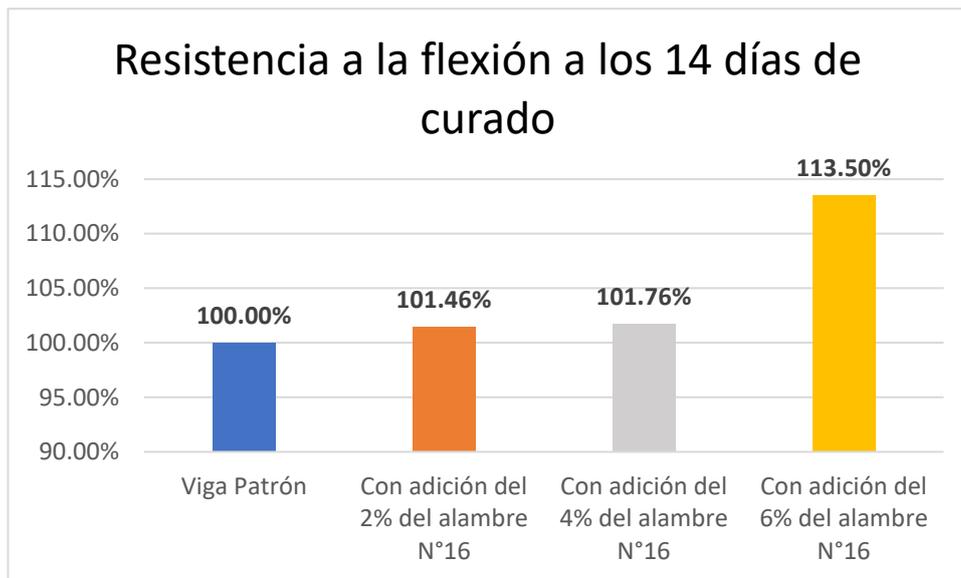
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 23 se observa que la resistencia a flexión de la viga patrón a los catorce días de curado en promedio es de 43.26 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a flexión de las viguetas con adición del 2% del alambre N° 16 en promedio a los catorce días curado es de 43.95 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a flexión de las viguetas con adición del 4% del alambre N° 16 en promedio a los catorce días curado es de 44.02 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a flexión de las viguetas con adición del 6% del alambre N° 16 en promedio a los catorce días curado es de 47.10 kg/cm<sup>2</sup>.

El porcentaje del incremento de la resistencia a la flexión en las viguetas con adición del 2% del alambre N° 16, a los catorce días de curado es de 1.45%, el incremento de la resistencia a la flexión en las viguetas con adición del 4% del alambre N° 16, a los catorce días de curado es de 1.76 % y el incremento de la

resistencia de a la flexión en las viguetas con adición del 6% del alambre N° 16, a los catorce días de curado es de 13.50%, con respecto a la viga patrón como se observa en la figura 15.

**Figura 16:** Incremento de la resistencia a la flexión a los 14 días de curado.



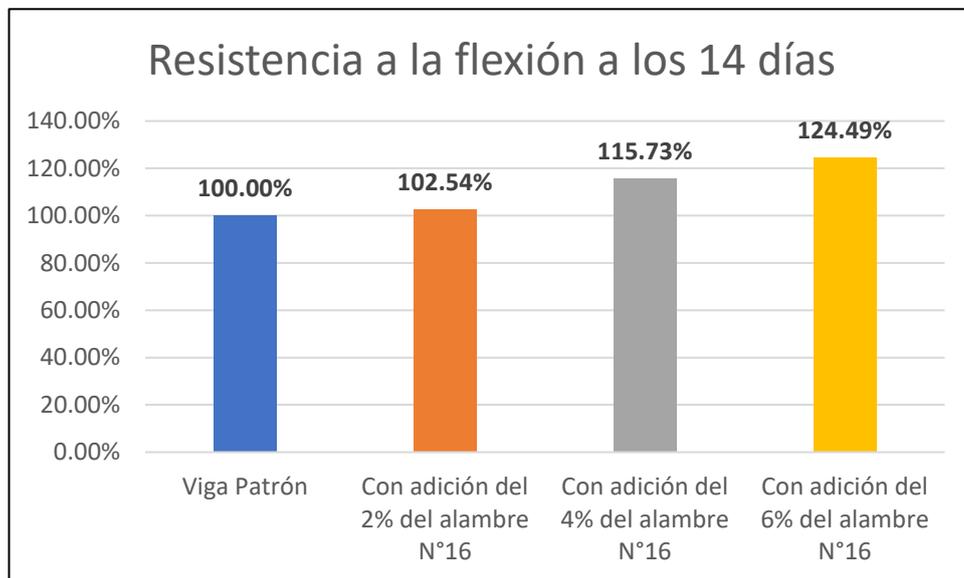
**Tabla 24:** Resistencia a la flexión de la viga con adición del 2%, 4% y 6% de alambre N°16 a los 28 días de curado.

N°	Edad del ensayo (días)	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )			
		Patrón	Con adición del 2% del alambre N°16	Con adición del 4% del alambre N°16	Con adición del 6% del alambre N°16
1	28	52.62	48.54	51.67	48.67
2	28	35.76	37.25	49.35	43.37
3	28	37.66	45.14	50.17	68.93
4	28	46.36	46.36	50.44	53.71
5	28	46.23	46.91	51.39	57.51
<b>Promedio</b>		43.73	44.84	50.61	54.44
<b>Incremento %</b>		100	102.55	115.73	124.50

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 24 se observa que la resistencia a flexión de la viga patrón a los veintiocho días de curado en promedio es de 43.73 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a flexión de las viguetas con adición del 2% del alambre N° 16 en promedio a los veintiocho días curado es de 44.84 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a flexión de las viguetas con adición del 4% del alambre N° 16 en promedio a los veintiocho días curado es de 50.61 kg/cm<sup>2</sup> y la resistencia a flexión de las viguetas con adición del 6% del alambre N° 16 en promedio a los veintiocho días curado es de 54.44 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 17:** Incremento de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado.



*Fuente: Elaboración propia.*

El porcentaje del incremento de la resistencia a la flexión en las viguetas con adición del 2% del alambre N° 16, a los veintiocho días de curado es de 2.54%, el incremento de la resistencia a la flexión en las viguetas con adición del 4% del alambre N° 16, a los veintiocho días de curado es de 15.73 % y el incremento de la resistencia de a la flexión en las viguetas con adición del 6% del alambre N° 16, a los veintiocho días de curado es de 24.49 %, con respecto a la viga patrón, como se observa en la figura 16.

#### 4.5. Prueba de la hipótesis

La prueba de la hipótesis se realizará mediante la prueba de ANOVA o análisis de varianza, esta prueba nos permite comparar la media de varios grupos, el cual tiene como objetivo ver las medias de una variable dependiente en cada nivel de la variable independiente son iguales.

En la prueba ANOVA, se considera la hipótesis nula, la cual está definida por:

$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots \mu_k$ , se afirma que todas las medias son iguales

Y la hipótesis alterna la cual está definida.

$H_1 = H_2$ , se afirma que al menos uno de los grupos tiene una media distinta, con una significancia del 0,05

En el presente trabajo de investigación la hipótesis está definida para su evaluación en función de la adición del alambre N° 16 en proporciones del 2%, 4% y 6%, y la edad de curado (7, 14 y 28 días).

La prueba ANOVA, se realizó tomando en cuenta los promedios de la resistencia a la flexión de la viga patrón y de las viguetas con adición del 2%, 4% y 6% de alambre N° 16, los cuales se muestran en la tabla N° 25.

**Tabla 25:** Resistencia a la flexión promedios de la viga patrón y de las viguetas con adición del 2%, 4% y 6% de alambre N°16

<b>Edad del ensayo (días)</b>	<b>Patrón</b>	<b>Con adición del 2% del alambre N°16</b>	<b>Con adición del 4% del alambre N°16</b>	<b>Con adición del 6% del alambre N°16</b>
<b>7</b>	39.97	41.95	43.07	47.67
<b>14</b>	43.26	43.89	44.02	49.10
<b>28</b>	43.73	44.84	50.61	54.44

*Fuente: Elaboración propia.*

Luego de verificar el cumplimiento de las hipótesis mediante la prueba ANOVA la cual se encuentra detallada en el anexo 4, se rechazó la hipótesis nula ( $H_0 =$  Resistencia de las medias iguales), por lo tanto, se puede concluir que con un nivel de significancia de un 5% que las resistencias a la flexión medias en  $\text{kg/cm}^2$  logradas por la viga patrón (sin adición del alambre N°16), y las viguetas con adición del alambre N° 16 en proporciones del 2%, 4% y 6%, son diferentes, por lo tanto, la adición del alambre N° 16 influye en la resistencia a la flexión de la vigas ensayadas.

## **CAPÍTULO IV:**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En el presente trabajo de investigación tiene como objetivo demostrar de qué manera la adición del alambre N°16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto, para lo cual se elaboró 60 viguetas (15 cm x 15 cm x 45 cm), con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, de las cuales 15 vigas son las muestras patrón y las restantes son las vigas con adición de alambre número 16 en diferentes proporciones del 2%, 4% y 6%, de tal manera que valide las hipótesis formuladas, en el presente estudio se tuvo como unidad de análisis las 60 viguetas.

Referente a la investigación realizada sobre el mejoramiento de la resistencia a la flexión a flexión en viga de concreto con adición del alambre N° 16, de la hipótesis general se determinó que la resistencia a la flexión medias logradas en kg/cm<sup>2</sup> logradas por la viga patrón (sin adición del alambre N°16), y las viguetas con adición del alambre N° 16 en proporciones del 2%, 4% y 6%, mediante la prueba ANOVA, que las resistencias medias de las viguetas con y sin la adición del alambre N°16 son diferentes, por lo tanto, la adición del alambre N° 16 mejora significativamente en la resistencia a la flexión de las viguetas ensayadas.

En un estudio realizado por ROJAS DIANDERAS, Astrid Liliana (2020). “Influencia a la resistencia a flexión en vigas de concreto con adición de viruta de acero”, determino de manera estadística mediante la prueba ANOVA que la adición del acero influye significativamente en la resistencia a la flexión de las vigas ensayadas.

En la investigación ejecutado por Flores & Mamani (2018) En su investigación de tesis de pregrado titulado “Evaluación comparativa de la

resistencia a compresión y flexión del concreto normal, con fibra sika fiber cho 65-35-nb y con fibra sika fiber force pp-48”, concluyo que resistencia a la flexión, cuando incorporación de fibra metálica (Sika Fiber CHO 65-35NB) en el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> mejora significativamente la resistencia a la flexión en 30.06% utilizando una dosificación de 50kg/m<sup>3</sup> de concreto en comparación al concreto normal.

De acuerdo a los resultados obtenidos en ambas investigaciones podemos afirmar que la adición tanto de las virutas de acero, Sika Fiber CHO 65-35NB y como el alambre N° 16 mejora significativamente en la resistencia a la flexión de las vigas ensayadas.

Siguiendo con el análisis de las hipótesis, se determinó que la adición al 2% del alambre número 16 contribuyo en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto, a los 28 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 2.55% respecto a la viga patrón, mientras que la adición del 4% de alambre N° 16 contribuyo en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto, a los 28 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 15.73% respecto a la viga patrón y la adición del 6% de alambre N° 16 contribuyo en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto, a los 28 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 24.5% respecto a la viga patrón.

En el estudio realizado por Cornelio Vargas, Jhordan Jesus y Cunia Neyra, Christian, “Incorporación de la fibra de acero Wirand FF3 para el mejoramiento mecánico del concreto en pavimentos rígidos”, determino que el uso de la fibra de acero Wirand FF3, influyo positivamente en el incremento de la resistencia a la flexión al emplear la fibra de acero Wirand FF3 en diferentes proporciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos en ambas investigaciones podemos afirmar que la adición la fibra de acero Wirand FF3 y el alambre N° 16 en diferentes proporciones influyen en la resistencia a la flexión y el incremento de la resistencia a la flexión está en función de la proporción de fibra de acero Wirand FF3 o alambre N° 16 se incorpore.

En un estudio realizado por ROJAS DIANDERAS, Astrid Liliana (2020). Influencia a la resistencia a flexión en vigas de concreto con adición de viruta de acero concluyó que la adición de viruta de acero en las proporciones de 4%, 6% y 8% influye significativamente en la resistencia a la flexión de vigas de concreto, esto debido a que según los resultados y la prueba de hipótesis realizada la adición del 4% de viruta de acero al diseño de mezcla del concreto incrementó la resistencia de manera considerable tanto a los 14 días y 28 días de curado, el cual puede ser usado en los elementos estructurales horizontales como las vigas que generalmente están sometidas a cargas de flexión de las edificaciones; mientras que para las adiciones de viruta de acero al 6% y 8% la resistencia a la flexión se reduce considerablemente respecto al concreto convencional, demostrando que no siempre la adición de proporciones mayores de viruta de acero mejora la resistencia a la flexión

## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados de la prueba ANOVA, con un nivel de significancia del 0.05 se determinó que las resistencias a la flexión medidas en  $\text{kg/cm}^2$  alcanzadas por la viga patrón (sin la adición del alambre N° 16) y las viguetas a las cuales se le añadieron alambre N° 16 en proporciones del 2%, 4% y 6% son diferentes, por lo tanto, la adición del alambre N° 16 se comprobó que contribuye significativamente en la resistencia a la flexión de las vigas ensayadas.
2. Se determinó que la adición en un 2% del alambre N° 16 contribuyó en el mejoramiento de la resistencia de la flexión, a los 7 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 4.95% respecto a la viga patrón, a los 14 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 1.45% respecto a la viga patrón y a los 28 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 2.55% respecto a la viga patrón, por lo tanto, la adición del alambre N° 16 se comprobó que contribuye en el incremento de la resistencia a la flexión de la viga de concreto.
3. Se determinó que la adición en un 4% del alambre N° 16 contribuyó en el mejoramiento de la resistencia de la flexión, a los 7 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 7.76% respecto a la viga patrón, a los 14 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 1.76% respecto a la viga patrón y a los 28 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 15.73% respecto a la viga patrón, por lo tanto, la adición del alambre N° 16 se comprobó que contribuye significativamente en el incremento de la resistencia a la flexión de la viga de concreto.

4. Se determinó que la adición en un 6% del alambre N° 16 contribuyo en el mejoramiento de la resistencia de la flexión, a los 7 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 19.25% respecto a la viga patrón, a los 14 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 13.50% respecto a la viga patrón y a los 28 días se obtuvo un incremento en la resistencia a flexión del 24.50% respecto a la viga patrón, por lo tanto, la adición del alambre N° 16 se comprobó que contribuye significativamente en el incremento de la resistencia a la flexión de la viga de concreto.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda dar mayor estudio a la adición del alambre N 16 por ser un material común dentro de la construcción, pudiendo ser utilizado en trozos de 5cm en forma de macro fibras con la finalidad de mejorar la resistencia a la flexión en vigas de concreto. En la investigación se demostró que dicho material (alambre N 16 en forma de trozos de 5cm) si se adiciona al diseño de mezcla mejoro significativamente la resistencia a flexión en vigas de concreto

Se recomienda la adición del alambre N° 16 en la proporción de un 6% en el concreto, debido a que las vigas ensayadas con esta proporción obtuvieron la más alta resistencia a la flexión con respecto al concreto sin adición del alambre N° 16, se sugiere su empleo en pavimentos y elementos horizontales de concreto que van soportar cargas considerables.

Se sugiere realizar estudios de comparación para determinar su efectividad, en la mejora de la resistencia a la flexión en vigas de concreto con el material estudiado (alambre N 16 en forma de trozos de 5cm) VS las Macro fibras de diferentes marcas del mercado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barba, H. C. (2016). Componentes del concreto. Características y propiedades deseables. *FAUM, UMSNH*.
- Bazán, I. (2018). *Caracterización de Residuos de Construcción de Construcción de Lima y Callao (Estudio de Caso)*. Lima.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Pearson.
- Carrillo, A. T. (2004). Cementos. *Curso Basico de Tecnología delconcreto*, 5.
- Castillo, F. A. (1997). *Tecnología Del Concreto*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Espinoza Portal, E. R. (2018). *Resistencia de Concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica*. Cajamarca.
- Fiallos, A. M. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a flexión del hormigón armado adicionando fibras comerciales, virutas y limallas de acero*. Ecuador.
- Guzmán Hidalgo, C. M., & Gárate Labajos, M. (2019). *Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión y Flexión del Concreto*. Lima.
- Hernández Sampiere, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Education.
- L., G. A. (2016). *Tecnología Concreto y Mortero*. Universidad del Cauca.
- LÓPEZ, L. G. (2003). *El Concreto y Otros Materiales Para la Construcción*. Colombia: UNC.
- Muciño Vélez, A., & Santa Ana Lozada, P. (2017). *Diseño de mezclas de concreto*. Lemse.

Muñoz, C. I. (2016). *Metología de la Investigación*. México: Progreso S.A de C.V.

Nieto, A. F. (2016). *Materiales de Construcción* .

Nilson, A. H. (2001). *Diseño de Estructuras de Concreto*.

NRMCA. (s.f.). CIP 16 - Resistencia a Flexion del concreto. *Federacion Iberoamericana de Hormigon Premezclado* .

Rodríguez, M. Á. (s.f.). *Tecnología del Concreto. Unidad de Estudios Superiores Tlatlaya*.

Rojas Dianderas, A. L. (2020). *Influencia a la resistencia a flexión en vigas de concreto con adición de viruta de acero*. Huancayo.

Santillán, M. L. (07 de 12 de 2020). *UNAM*. Obtenido de CienciaUNAM: <http://ciencia.unam.mx/leer/1069/concreto-reforzado-con-fibras-aporta-beneficios-a-la-construccion#>

Sarta Forero, H. N., & Silva Rodríguez, J. L. (2017). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto*. Bogotá.

Sika. (2014). *Concreto Concreto Reforzado con Fibras. Construyendo Confianza Sika*.

Silva, O. J. (2020). *360 en Concreto ARGOS*. Obtenido de Las Fibras En El Concreto: <https://www.360enconcreto.com/>

UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA “JOSE SIMEON CAÑAS”, UCA. (s.f.). *MATERIALES DE CONSTRUCCION. Laboratorio de: MATERIALES DE CONSTRUCCION*.

Valencia Castro, P. A., & Quintana Cruz, C. D. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%*. Bogotá.

Vega, M. D. (16 de agosto de 2021). *Perú puede tener un boom en la construcción*.

Obtenido de El Peruano

## ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p><b>Problema general</b> ¿De qué manera la adición del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Demostrar de qué manera la adición del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto</p>	<p><b>Hipótesis general</b> La adición del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a la flexión en viga de concreto</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Alambre número 16.</p> <p><b>Dimensión</b> Adición del alambre número 16</p>	<p><b>Método de investigación:</b> Científico</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Según la intervención del investigador, el tipo de investigación es experimental, según la planificación es prospectivo y según el número de ocasiones en que se mide la variable de estudio es transversal.</p>
<p><b>Problemas específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿De qué manera la adición al 2% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto?</li> <li>▪ ¿De qué manera la adición al 4% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto?</li> <li>▪ ¿De qué manera la adición al 6% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto?</li> </ul>	<p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Demostrar cómo la adición al 2% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.</li> <li>▪ Demostrar cómo la adición al 4% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.</li> <li>▪ Demostrar cómo la adición al 6% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La adición al 2% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.</li> <li>▪ La adición al 4% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.</li> <li>▪ La adición al 6% del alambre número 16 contribuye en el mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto.</li> </ul>	<p><b>variable dependiente:</b> Resistencia a la flexión en viga de concreto.</p> <p><b>Dimensión</b> Concreto con <math>f'c=210</math> kg/cm<sup>2</sup></p>	<p><b>Nivel de investigación:</b> el nivel de investigación es explicativo.</p> <p><b>Población y muestra:</b> <b>Población:</b> Está conformada 60 vigas con y sin adición de alambre N° 16.</p> <p><b>Muestra:</b> Está conformada 60 vigas con y sin adición de alambre N° 16.</p>

Anexo 02: Resultado de los ensayos de laboratorio a los agregados grueso y fino.



INFORME DE ENSAYO

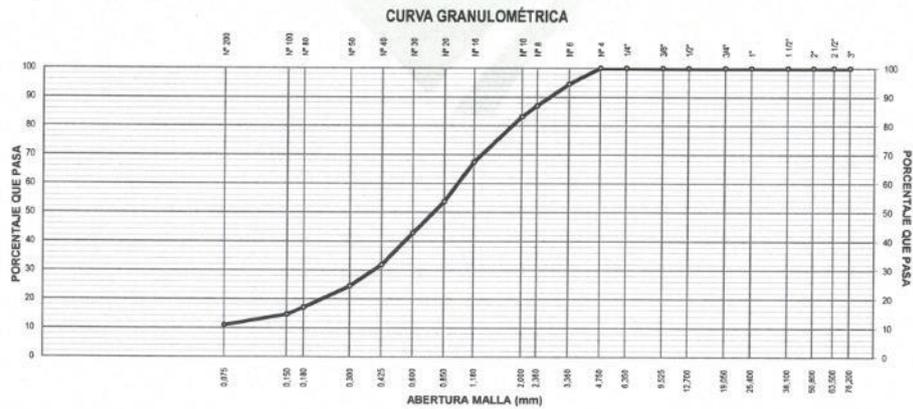
SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 DIRECCIÓN : Huancayo - Perú FECHA RECEPCIÓN : Lima, 18 de Enero del 2022  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16 UBICACIÓN : Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : Agregado fino PRESENTACION : 10 Costal de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : Muestra representativa CANTIDAD : 80 kg aprox.

ASTM C 136  
MTC E 204

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					CARACTERÍSTICAS GENERALES	
MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)	ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"	
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)					
3"	76.200				Grava (Ret. N°4) :	0.0 %
2 1/2"	63.500				Arena :	89.1 %
2"	50.800				Fino (Pas. N°200) :	10.8 %
1 1/2"	38.100				ASTM D 2216, "Contenido de humedad Grava"	
1"	25.400				Cont. de humedad :	3.3 %
3/4"	19.050				ASTM C 33, "Modulo de Fineza"	
1/2"	12.700				Σ Retenido Acumulado Tamicez	
3/8"	9.525				(N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100)	
1/4"	6.350				MF =	100
N° 4	4.750		100.0	100.0		
N° 6	3.360	5.5	5.5	94.5	MF =	0+13.1+32.7+57.3+75.6+85.4
N° 8	2.360	7.5	13.1	86.9		100
N° 10	2.000	3.8	16.9	83.1		MF = 2.64
N° 16	1.180	15.8	32.7	67.3		
N° 20	0.850	13.6	46.4	53.6		
N° 30	0.600	10.9	57.3	42.7		
N° 40	0.425	11.0	68.2	31.8		
N° 50	0.300	7.3	75.6	24.4		
N° 80	0.180	7.5	83.0	17.0		
N° 100	0.150	2.4	85.4	14.6		
N° 200	0.075	3.7	89.2	10.8		
<N°200	ASTM D 1140:00	10.8	100.0			



Fecha de emisión : Lima, 27 de Enero del 2022

PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
Jefe de Laboratorio

ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP N° 258495

Tec: R.R.R.  
Rev: P.J.V.

MAPID SAC  
Email: Informes@mapid.pe / Telf: (01) 6507548  
Cal 4 Mza. C Lote 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres

**LABORATORIO GEOTECNICO**

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 DIRECCIÓN : Huancayo - Perú FECHA RECEPCIÓN : Lima, 18 de Enero del 2022  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16 UBICACIÓN : Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN : Agregado fino PRESENTACION : 10 Costal de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : Muestra representativa CANTIDAD : 80 kg aprox.

ASTM C 128 MTC E 205	<b>GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS</b>
-------------------------	---

METODO DEL PICNOMETRO					
DESCRIPCION	UND	N° DE ENSAYO		PROMEDIO	
		1	2		
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	...(A)	(g)	300.0	300.0	--
Peso Fiola + Agua	...(B)	(g)	696.8	694.5	--
Peso Fiola + Agua + (A)	...(C)	(g)	996.8	994.5	--
Peso del Mat. + Agua + Peso Fiola	...(D)	(g)	892.2	889.3	--
Vol de masa + Vol de vacio = C-D	...(E)	(cm <sup>3</sup> )	104.6	105.2	--
Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	...(F)	(g)	299.0	296.5	--
Vol de Masa = E - ( A - F )	...(G)	(cm <sup>3</sup> )	103.6	103.7	--
PE Bulk Aparente = F/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.859	2.837	<b>2.848</b>
PE Bulk Aparente (S.S.S.) = A/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.868	2.852	<b>2.860</b>
PE Nominal = F/G		(T/m <sup>3</sup> )	2.886	2.878	<b>2.882</b>
Absorción = ((A - F)/F)*100		%	0.33	0.50	<b>0.42</b>

**DONDE:**  
 - Mat. Sat. Sup. = Material Superficialmente Seco  
 - Pe. = Peso Especifico  
 - Mat. = Material  
 - Vol. = Volumen  
 - S.S.S. = Saturado con Superficie Seca

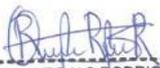
**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado fino natural.

Fecha de emisión : Lima, 27 de Enero del 2022

Tec.: R.R.R.  
 Rev.: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 -----  
**PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA**  
 Jefe de Laboratorio

  
 -----  
**ROBIN ROJAS RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 DIRECCIÓN : Huancayo - Perú FECHA RECEPCIÓN : Lima, 16 de Enero del 2022  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16 UBICACIÓN : Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : Agregado fino PRESENTACION : 10 Costal de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : Muestra representativa CANTIDAD : 80 kg aprox.

ASTM C 29 MTC E 203	<b>PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS FINOS</b>
------------------------	--

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UNIDAD	N° DE ENSAYO		
		1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	7333	7345	7358
Peso del Molde .....(B)	gr	2630	2630	2630
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	4703	4715	4728
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	2820	2820	2820
Peso Unitario Suelto (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.668	1.672	1.677
Peso Unitario Suelto (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1672</b>		

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCION	UNIDAD	N° DE ENSAYO		
		1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	7832	7851	7875
Peso del Molde .....(B)	gr	2630	2630	2630
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	5202	5221	5245
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	2820	2820	2820
Peso Unitario Varillado (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.845	1.851	1.860
Peso Unitario Varillado (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1852</b>		

OBSERVACIONES:  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado fino natural.

Fecha de emisión : Lima, 27 de Enero del 2022

Tec.: R.R.R  
 Rev.: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 -----  
**PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA**  
 Jefe de Laboratorio

  
 -----  
**ROBIN ROJAS RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

MAPID SAC  
 Email: informes@mapid.pe / Telf: (01) 6507548  
 Cal 4 Mza. C Lote. 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres

**LABORATORIO GEOTECNICO**



**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCIÓN : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 18 de Enero del 2022  
 UBICACIÓN : Lima

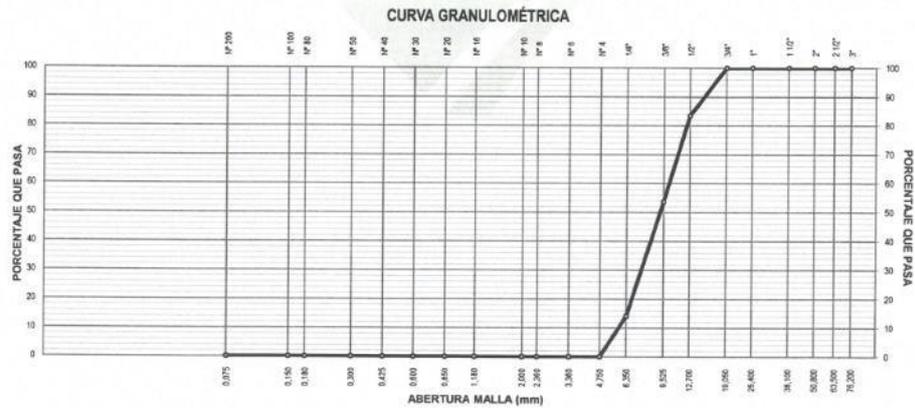
REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : Agregado grueso 1-57  
 DESCRIPCIÓN : Muestra representativa

PRESENTACION : 10 Costal de polietileno  
 CANTIDAD : 80 kg aprox.

**ASTM C 136  
MTC E 204** **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**

MALLAS		RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)			
3"	76.200			
2 1/2"	63.500			
2"	50.800			
1 1/2"	38.100			
1"	25.400			
3/4"	19.050			100.0
1/2"	12.700	16.5	16.5	83.5
3/8"	9.525	29.9	46.4	53.6
1/4"	6.350	38.5	85.9	14.1
N° 4	4.750	14.1	100.0	0.0
N° 6	3.360			
N° 8	2.360			
N° 10	2.000			
N° 16	1.180			
N° 20	0.850			
N° 30	0.600			
N° 40	0.425			
N° 50	0.300			
N° 80	0.180			
N° 100	0.150			
N° 200	0.075			
<N°200	ASTM D 1140:00			

CARACTERISTICAS GENERALES	
<b>ASTM D 2488 "Descripción e identificación de suelos"</b>	
Grava (Ret. N°4)	: 100.0 %
Arena	: 0.0 %
Fino (Fas. N°200)	: 0.0 %
<b>ASTM D 2216, "Contenido de humedad Grava"</b>	
Cont. de humedad	: 0.6 %
<b>OBSERVACIONES:</b>	
- Muestra tomada e identificada por el solicitante.	
- Ensayo efectuado al agregado grueso natural.	



Fecha de emisión : Lima, 27 de Enero del 2022

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.  
**PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA**  
 Jefe de Laboratorio

**ROBIN ROJAS RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

Tec.: R.R.R.  
 Rev.: P.J.V.

MAPID SAC  
 Email: Informes@mapid.pe / Telf: (01) 6507548  
 LABORATORIO GEOTECNICO  
 Cal 4 Mza. C Lote: 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 DIRECCIÓN : Huancayo - Perú FECHA RECEPCIÓN : Lima, 18 de Enero del 2022  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16 UBICACIÓN : Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN : Agregado grueso h-67 PRESENTACIÓN : 10 Costal de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : Muestra representativa CANTIDAD : 80 kg aprox.

ASTM C 127 MTC E 206	<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORSIÓN DE AGREGADOS GRUESOS</b>
-------------------------	---

METODO DE LA CANASTILLA					
DESCRIPCION	UND	N° DE ENSAYO		PROMEDIO	
		1	2		
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire )	...(A)	(g)	1,411.8	1,412.3	--
Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( Sumergido en agua )	...(B)	(g)	917.9	917.7	--
Vol de Masa + Vol de Vacíos = A - B	...(C)	(cm <sup>3</sup> )	493.9	494.6	--
Peso Mat. Seco a 105 °C	...(D)	(g)	1,401.6	1,402.7	--
Vol. de Masa = C - (A - D)	...(E)	(cm <sup>3</sup> )	483.7	485.0	--
PE Aparente = D/C		(T/m <sup>3</sup> )	2.838	2.836	<b>2.837</b>
PE Aparente ( S.S.S. ) = A/C		(T/m <sup>3</sup> )	2.858	2.855	<b>2.857</b>
PE Nominal = D/E		(T/m <sup>3</sup> )	2.898	2.892	<b>2.895</b>
Absorción = (A - D) / D		(%)	0.73	0.68	<b>0.71</b>

**DONDE:**  
 - Mat. Sat. Sup. = Material Superficialmente Seco  
 - Pe. = Peso Especifico  
 - Mat. = Material  
 - Vol. = Volumen  
 - S.S.S. = Saturado con Superficie Seca

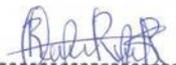
**OBSERVACIONES:**  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado grueso natural.

Fecha de emisión : Lima, 27 de Enero del 2022

Tec.: R.R.R.  
 Rev.: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 -----  
**PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA**  
 Jefe de Laboratorio

  
 -----  
**ROBIN ROJAS RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495



**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 DIRECCIÓN : Huancayo - Perú FECHA RECEPCIÓN : Lima, 18 de Enero del 2022  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16 UBICACIÓN : Lima

REFERENCIA DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACION : Agregado grueso h-67 PRESENTACION : 10 Costal de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : Muestra representativa CANTIDAD : 80 kg aprox.

ASTM C 29 MTC E 203	<b>PESO UNITARIO Y VACÍOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS</b>
------------------------	--

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UNIDAD	N° DE ENSAYO		
		1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	19538	19600	19720
Peso del Molde .....(B)	gr	5191	5191	5191
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	14347	14409	14529
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	9638	9638	9638
Peso Unitario Suelto (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.489	1.495	1.507
Peso Unitario Suelto (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1497</b>		

PESO UNITARIO VARILLADO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCION	UNIDAD	N° DE ENSAYO		
		1	2	3
Peso del Material + Peso del Molde .....(A)	gr	21296	21445	21307
Peso del Molde .....(B)	gr	5191	5191	5191
Peso del Material .....(C) = (A) - (B)	gr	16065	16254	16116
Volumen del Recipiente .....(D)	cm <sup>3</sup>	9638	9638	9638
Peso Unitario Varillado (c/d) .....(C) / (D)	gr/cm <sup>3</sup>	1.667	1.686	1.672
Peso Unitario Varillado (RESULTADO)	Kg/m <sup>3</sup>	<b>1675</b>		

OBSERVACIONES:  
 - Muestra tomada e identificada por el solicitante.  
 - Ensayo efectuado al agregado grueso natural.

Fecha de emisión : Lima, 27 de Enero del 2022

Tec.: R.R.R.  
 Rev.: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 -----  
**PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA**  
 Jefe de Laboratorio

  
 -----  
**ROBIN ROJAS RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495



## INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas EXPEDIENTE : 0399-2022/MAPID  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16 DIRECCIÓN : Huancayo - Perú

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 18 de Enero del 2022 UBICACIÓN : Lima

REFERENCIAS DE DISEÑO		CEMENTO PORTLAND	
MÉTODO DISEÑO	: ACI (COMITÉ 211)	MARCA	: ANDINO
RESISTENCIA f'c	: 210 Kg/cm <sup>2</sup> a 28 días de edad	TIPO	: I
TIPO DE ESTRUCTURA	: Diversas estructuras	PESO ESPECÍFICO	: 3.120 g/cm <sup>3</sup>
ASENTAMIENTO (SLUMP)	: 4.0 pulg	ASENTAMIENTO OBTENIDO	: --
RELACIÓN A/C (RESISTENCIA)	: 0.56	FACTOR CEMENTO	: 9.1 bolsas/m <sup>3</sup>
DISEÑO CONCRETO ESTRUCTURAL	: CANTERA		
GRUESO	: Piedra Triturada TM = 3/4", h-67	FINO	: Arena triturada

### CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

IDENTIFICACIÓN			FINO	GRUESO
I PESO ESPECÍFICO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	(ASTM C-127/C-128)	2.848	2.837
II PESO UNITARIO SUELTO SECO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)	1672	1497
III PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	(kg/m <sup>3</sup> )	(ASTM C-29)		1675
IV ABSORCIÓN	(%)	(ASTM C-127/C-128)	0.4	0.7
V CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	(ASTM C-566)	3.3	0.6
VI MÓDULO DE FINEZA		(ASTM C-125)	2.64	
VII TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	(Pulg.)			1/2

### DISEÑO TEÓRICO DE MEZCLA DE CONCRETO CON CEMENTO PORTLAND

#### VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA EN SECO

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	387 kg	1	1
AGREGADO FINO	856 kg	2.21	1.99
AGREGADO GRUESO	948 kg	2.45	2.46
AGUA	216 Litros	23.72 (litros/bol.)	23.72 (litros/bol.)

#### VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

PESOS POR METRO CÚBICO DE CONCRETO		PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO	
		EN PESO	EN VOLUMEN
CEMENTO	387 Kg	1	1
AGREGADO FINO	884 Kg	2.28	1.99
AGREGADO GRUESO	954 Kg	2.46	2.46
AGUA	192 Litros	21.09 (litros/bol.)	21.09 (litros/bol.)

**OBSERVACIONES :**

- Las muestras de agregados han sido proporcionados por el solicitante
- Cualquier variación en la calidad de los agregados, tipo de cemento y/o incorporación de aditivos, demandará que se realice un nuevo diseño.

**RECOMENDACIONES :**

- El diseño debe corregirse por humedad en obra, las veces que la humedad de los agregados varíen.

Fecha de emisión : Lima, 27 de Enero del 2022

Tec.: R.R.R.

Rev.: B.C.S

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
 Jefe de Laboratorio

  
 ROBIN ROJAS RODRÍGUEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

MAPID SAC  
 Email: informes@mapid.pe / Telf.: (01) 6507546  
 Cal 4 Mza. C Lote 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
DIRECCION : Huancayo - Perú  
PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE : 0399-2022/MAPID  
FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
UBICACIÓN : Lima

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varias Estructuras  
DESCRIPCIÓN : Testigos cilíndricos de Concreto Hidráulico, Diámetro Indicado.

#### REFERENCIAS DEL DISEÑO

CEMENTO : ANDINO TIPO I  
AGREGADOS : Piedra Triturada h67  
Arena Gruesa

f'c DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
SLUMP DE DISEÑO : 3 a 4 pulg

ASTM C 143/C143M		ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)	
Descripción	Fecha de Muestreo	Hora del muestreo	Asentamiento del concreto fresco (cm)
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup>	22/01/2022	10:25 am	8.9

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el Personal Técnico de Laboratorio.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022

Tec: R.R.R.  
Rev: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
Jefe de Laboratorio

LABORATORIO GEOTECNICO

  
ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP N° 258495

MAPID SAC  
Email: Informes@mapid.pe / Telf.: (01) 6507548  
Caj 4 Mza. C Lote 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCION : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
 UBICACIÓN : Lima

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**  
 ESTRUCTURA : Varias Estructuras  
 DESCRIPCIÓN : Testigos cilíndricos de Concreto Hidraulico, Diametro indicado.

**EQUIPO DE COMPRESION**  
 MARCA / MODELO : PINZUAR  
 CAPACIDAD : 120.000 Kgf  
 CERT.CALIBRACION : CERT-N° LFP-004-2022

**REFERENCIAS DEL DISEÑO**  
 CEMENTO : ANDINO TIPO I  
 AGREGADOS : Piedra Triturada h67  
 Arena Gruesa

f'c DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 SLUMP DE DISEÑO : 3 a 4 pulg

ASTM C 39/C39M	<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO</b>
----------------	---

Descripcion	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad	Carga de Rotura (kg)	Altura (H) (cm)	Diametro (D) (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Relacion H/D	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Probeta N°01	22/01/2022	29/01/2022	7 dias	18,753	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	239
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Probeta N°01	22/01/2022	29/01/2022	7 dias	17,845	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	227
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Probeta N°02	22/01/2022	29/01/2022	7 dias	18,355	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	234
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Probeta N°01	22/01/2022	19/02/2022	28 dias	24,320	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	310
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Probeta N°01	22/01/2022	19/02/2022	28 dias	25,554	20.0	10.0	78.6	2.0	1.0	325
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Probeta N°02	22/01/2022	19/02/2022	28 dias	25,840	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	329

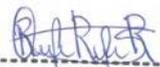
**OBSERVACIONES:**  
 - Testigo (s), Elaborado y Curado por Personal de Laboratorio, según Norma ASTM C 192/C 192M.  
 - Ensayo efectuado por personal de Laboratorio con Almohadillas no Adherentes, según Norma ASTM C 1231/C 1231M.

Fecha de emisión : Lima 04 de Marzo del 2022

Tec: R.R.R.  
 Rev.: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 -----  
**PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA**  
 Jefe de Laboratorio

  
 -----  
**ROBIN ROJAS RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

LABORATORIO GEOTECNICO

MAPID SAC  
 Email : informes@mapid.pe / Telf. : (01) 6507548  
 Cal.4 Mza. C Lote. 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCION : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
 UBICACIÓN : Lima

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

ESTRUCTURA : Varias Estructuras  
 DESCRIPCIÓN : Testigos cilíndricos de Concreto Hidráulico, Diámetro Indicado.

**REFERENCIAS DEL DISEÑO**

CEMENTO : ANDINO TIPO I  
 AGREGADOS : Piedra Triturada h67  
 Arena Gruesa

1°c DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>3</sup>  
 SLUMP DE DISEÑO : 3 a 4 pulg  
 % ALAMBRE N°16 : 2.0

ASTM C 143/C143M		ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)	
Descripción	Fecha de Muestreo	Hora del muestreo	Asentamiento del concreto fresco (cm)
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>3</sup> +2% ALAMBRE	24/01/2022	9:20 am	10.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestra tomada e identificada por el Personal Técnico de Laboratorio.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022

Tec: R.R.R.  
 Rev: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
 Jefe de Laboratorio

ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

LABORATORIO GEOTECNICO

MAPID SAC  
 Email: Informes@mapid.pe / Telf.: (01) 6507548  
 Cal. 4 Mza. C Lote. 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCION : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
 UBICACION : Lima

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**  
 ESTRUCTURA : Varias Estructuras  
 DESCRIPCION : Testigos cilíndricos de Concreto Hidraulico, Diametro indicado.

**REFERENCIAS DEL DISEÑO**  
 CEMENTO : ANDINO TIPO I  
 AGREGADOS : Piedra Triturada h67  
 Arena Gruesa

**EQUIPO DE COMPRESION**  
 MARCA / MODELO : PINZUAR  
 CAPACIDAD : 120,000 Kgf  
 CERT.CALIBRACION : CERT-N° LFP-004-2022

f'c DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 SLUMP DE DISEÑO : 3 a 4 pulg  
 % ALAMBRE N°16 : 2.0

<b>ASTM C 39/C39M</b>	<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO</b>
-----------------------	---

Descripcion	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad	Carga de Rotura (kg)	Altura (H) (cm)	Diametro (D) (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Relacion H/D	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Probeta N°01	24/01/2022	31/01/2022	7 dias	21,373	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	272
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Probeta N°02	24/01/2022	31/01/2022	7 dias	21,771	20.1	10.0	78.5	2.0	1.0	277
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Probeta N°02	24/01/2022	31/01/2022	7 dias	21,638	20.1	10.0	78.5	2.0	1.0	276
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Probeta N°01	24/01/2022	21/02/2022	28 dias	26,829	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	342
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Probeta N°02	24/01/2022	21/02/2022	28 dias	27,104	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	345
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Probeta N°02	24/01/2022	21/02/2022	28 dias	26,992	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	344

**OBSERVACIONES:**  
 - Testigo (s), Elaborado y Curado por Personal de Laboratorio, según Norma ASTM C 192/C 192M.  
 - Ensayo efectuado por personal de Laboratorio con Almohadillas no Adherentes, según Norma ASTM C 1231/C 1231M.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022

Tec: R.R.R.  
 Rev: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 -----  
**PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA**  
 Jefe de Laboratorio

  
 -----  
**ROBIN ROJAS RODRIGUEZ**  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

**LABORATORIO GEOTECNICO**

MAPID SAC  
 Email: Informes@mapid.pe / Telf: (01) 6507548  
 Cal.4 Mza. C Lote: 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
DIRECCION : Huancayo - Perú  
PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE : 0399-2022/MAPID  
FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
UBICACION : Lima

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varias Estructuras  
DESCRIPCIÓN : Testigos cilíndricos de Concreto Hidráulico, Diámetro indicado.

#### REFERENCIAS DEL DISEÑO

CEMENTO : ANDINO TIPO I  
AGREGADOS : Piedra Triturada h67  
Arena Gruesa

f'c DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
SLUMP DE DISEÑO : 3 a 4 pulg  
% ALAMBRE N°16 : 4.0

ASTM C 143/C143M		ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)	
Descripción	Fecha de Muestreo	Hora del muestreo	Asentamiento del concreto fresco (cm)
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE	25/01/2022	11:25 am	8.8

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el Personal Técnico de Laboratorio.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

Tec.: R.R.R.  
Rev.: P.J.V.

  
PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
Jefe de Laboratorio

  
ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP N° 258495

LABORATORIO GEOTECNICO

MAPID SAC  
Email: Informes@mapid.pe / Telf.: (01) 6507548  
Caj 4 Mza. C Lote. 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres.



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCION : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 11 de Enero del 2022  
 UBICACIÓN : Lima

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**  
 ESTRUCTURA : Varias Estructuras  
 DESCRIPCIÓN : Testigos cilíndricos de Concreto Hidraulico, Diametro indicado.

**EQUIPO DE COMPRESION**  
 MARCA / MODELO : PINZUAR  
 CAPACIDAD : 120,000 Kgf  
 CERT.CALIBRACIÓN : CERT-N° LFP-004-2022

**REFERENCIAS DEL DISEÑO**  
 CEMENTO : ANDINO TIPO I  
 AGREGADOS : Piedra Triturada h67  
 Arena Gruesa

f'c DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 SLUMP DE DISEÑO : 3 a 4 pulg  
 % ALAMBRE N°16 : 4.0

ASTM C 39/C39M	<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO</b>
----------------	---

Descripcion	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad	Carga de Rotura (kg)	Altura (H) (cm)	Diametro (D) (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Relacion H/D	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Probeta N°01	25/01/2022	1/02/2022	7 dias	25,177	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	321
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Probeta N°02	25/01/2022	1/02/2022	7 dias	24,216	20.0	10.0	78.6	2.0	1.0	308
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Probeta N°02	25/01/2022	1/02/2022	7 dias	24,504	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	312
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Probeta N°01	25/01/2022	22/02/2022	28 dias	30,306	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	386
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Probeta N°01	25/01/2022	22/02/2022	28 dias	29,939	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	381
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Probeta N°02	25/01/2022	22/02/2022	28 dias	30,112	20.0	10.0	78.6	2.0	1.0	383

**OBSERVACIONES:**  
 - Testigo (s), Elaborado y Curado por Personal de Laboratorio, según Norma ASTM C 192/C 192M.  
 - Ensayo efectuado por personal de Laboratorio con Almohadillas no Adherentes, según Norma ASTM C 1231/C 1231M.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022

Tec.: R.R.R.  
 Rev.: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
 Jefe de Laboratorio

  
 ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

**LABORATORIO GEOTECNICO**

MAPID SAC  
 Email: informes@mapid.pe / Tel.: (01) 6607548  
 Cal 4 Mza. C Lote 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
DIRECCION : Huancayo - Perú  
PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE : 0399-2022/MAPID  
FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
UBICACION : Lima

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

ESTRUCTURA : Varias Estructuras  
DESCRIPCION : Testigos cilindricos de Concreto Hidraulico, Diametro indicado.

#### REFERENCIAS DEL DISEÑO

CEMENTO : ANDINO TIPO I  
AGREGADOS : Piedra Triturada h67  
Arena Gruesa

f'c DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
SLUMP DE DISEÑO : 3 a 4 pulg  
% ALAMBRE N°16 : 6.0

ASTM C 143/C143M		ASENTAMIENTO DE CONCRETO DE CEMENTO HIDRÁULICO (SLUMP)	
Descripcion	Fecha de Muestreo	Hora del muestreo	Asentamiento del concreto fresco (cm)
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE	28/01/2022	10:55 am	7.8

#### OBSERVACIONES:

- Muestra tomada e identificada por el Personal Técnico de Laboratorio.
- Los resultados corresponden a los diseños del presente expediente.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022

Tec: R.R.R.  
Rev: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
-----  
PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
Jefe de Laboratorio

  
-----  
ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil  
CIP N° 258495

LABORATORIO GEOTECNICO

MAPID SAC  
Email : informes@mapid.pe / Telf.: (01) 6507546  
Cal 4 Mza. C Lote 24 Urb. Los Portales de Nancajaila 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCION : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 11 de Enero del 2022  
 UBICACIÓN : Lima

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**  
 ESTRUCTURA : Varias Estructuras  
 DESCRIPCIÓN : Testigos cilíndricos de Concreto Hidráulico, Diámetro indicado.

**REFERENCIAS DEL DISEÑO**  
 CEMENTO : ANDINO TIPO I  
 AGREGADOS : Piedra Triturada h67  
 Arena Gruesa

**EQUIPO DE COMPRESION**  
 MARCA / MODELO : PINZUAR  
 CAPACIDAD : 120,000 Kgf  
 CERT.CALIBRACIÓN : CERT-N° LFP-004-2022

f'c DISEÑO : 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 SLUMP DE DISEÑO : 3 a 4 pulg  
 % ALAMBRE N°16 : 6.0

<b>ASTM C 39/C39M</b>	<b>ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO</b>
-----------------------	---

Descripción	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad	Carga de Rotura (kg)	Altura (H) (cm)	Diámetro (D) (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Relacion H/D	Factor de Correccion	Resistencia a la Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE, Probeta N°01	28/01/2022	4/02/2022	7 días	21.526	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	274
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE, Probeta N°02	28/01/2022	4/02/2022	7 días	23.117	20.0	10.0	78.5	2.0	1.0	294
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE, Probeta N°02	28/01/2022	4/02/2022	7 días	22.005	20.1	10.0	78.5	2.0	1.0	280
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE, Probeta N°01	28/01/2022	25/02/2022	28 días	25.473	20.1	10.0	78.5	2.0	1.0	324
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE, Probeta N°01	28/01/2022	25/02/2022	28 días	26.829	20.1	10.0	78.5	2.0	1.0	342
CONCRETO f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE, Probeta N°02	28/01/2022	25/02/2022	28 días	26.074	20.1	10.0	78.5	2.0	1.0	332

**OBSERVACIONES:**  
 - Testigo (s), Elaborado y Curado por Personal de Laboratorio, según Norma ASTM C 192/C 192M.  
 - Ensayo efectuado por personal de Laboratorio con Almohadillas no Adherentes, según Norma ASTM C 1231/C 1231M.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022  
 Tec: R.R.R.  
 Rev: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
 Jefe de Laboratorio

  
 ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

**LABORATORIO GEOTECNICO**

MAPID SAC  
 Email: informes@mapid.pe / Telf.: (01) 6507548  
 Cal. 4 Mza. C Lote. 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCION : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
 UBICACION : Lima

REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
 ESTRUCTURA :  
 DESCRIPCIÓN : Especímenes prismáticos

EQUIPO DE COMPRESION  
 MARCA / MODELO : PINZUAR  
 CAPACIDAD : 120,000 Kgf

**ASTM C 78**      **RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO**

Descripción	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad	Carga de rotura (kN)	Altura promedio (cm)	Ancho promedio (cm)	Longitud de la luz (cm)	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°1	22/01/2022	29/01/2022	7 días	27	15.0	15.0	45.0	36.6
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°2	22/01/2022	29/01/2022	7 días	29	15.0	15.0	45.0	39.0
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°3	22/01/2022	29/01/2022	7 días	28	15.0	15.0	45.0	37.7
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°4	22/01/2022	29/01/2022	7 días	31	15.0	15.0	45.0	41.5
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°5	22/01/2022	29/01/2022	7 días	33	15.0	15.0	45.0	45.1
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°6	22/01/2022	5/02/2022	14 días	32	15.0	15.0	45.0	43.5
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°7	22/01/2022	5/02/2022	14 días	33	15.0	15.0	45.0	44.7
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°8	22/01/2022	5/02/2022	14 días	33	15.0	15.0	45.0	44.3
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°9	22/01/2022	5/02/2022	14 días	31	15.0	15.0	45.0	41.5
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°10	22/01/2022	5/02/2022	14 días	31	15.0	15.0	45.0	42.3
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°11	22/01/2022	19/02/2022	28 días	39	15.0	15.0	45.0	52.6
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°12	22/01/2022	19/02/2022	28 días	26	15.0	15.0	45.0	35.8
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°13	22/01/2022	19/02/2022	28 días	28	15.0	15.0	45.0	37.7
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°14	22/01/2022	19/02/2022	28 días	34	15.0	15.0	45.0	46.4
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> , Espécimen N°15	22/01/2022	19/02/2022	28 días	34	15.0	15.0	45.0	46.2

OBSERVACIONES:  
 - Testigo (s). Elaborado y Curado por Personal de Laboratorio, según Norma ASTM C 192/C 192M.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022

Tec: R.R.R.  
 Rev: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
 Jefe de Laboratorio

ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

LABORATORIO GEOTECNICO

MAPID SAC  
 Email: informes@mapid.pe / Telf.: (01) 6507548  
 Cal 4 Mza. C Lote 24 Urb. Los Portales de Huaranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCION : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
 UBICACION : Lima

REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
 ESTRUCTURA : --  
 DESCRIPCION : Especímenes prismáticos

EQUIPO DE COMPRESION  
 MARCA / MODELO : PINZUAR  
 CAPACIDAD : 120,000 Kgf

<b>ASTM C 78</b>	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO</b>
------------------	---

Descripcion	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad	Carga de rotura (kN)	Altura promedio (cm)	Ancho promedio (cm)	Longitud de la luz (cm)	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°1	24/01/2022	31/01/2022	7 dias	31	15.0	15.0	45.0	42.0
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°2	24/01/2022	31/01/2022	7 dias	32	15.0	15.0	45.0	43.4
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°3	24/01/2022	31/01/2022	7 dias	30	15.0	15.0	45.0	40.1
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°4	24/01/2022	31/01/2022	7 dias	31	15.0	15.0	45.0	41.8
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°5	24/01/2022	31/01/2022	7 dias	31	15.0	15.0	45.0	42.4
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°6	24/01/2022	7/02/2022	14 dias	35	15.0	15.0	45.0	47.6
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°7	24/01/2022	7/02/2022	14 dias	30	15.0	15.0	45.0	40.1
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°8	24/01/2022	7/02/2022	14 dias	32	15.0	15.0	45.0	43.0
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°9	24/01/2022	7/02/2022	14 dias	32	15.0	15.0	45.0	43.6
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°10	24/01/2022	7/02/2022	14 dias	33	15.0	15.0	45.0	45.1
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°11	24/01/2022	21/02/2022	28 dias	36	15.0	15.0	45.0	48.5
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°12	24/01/2022	21/02/2022	28 dias	27	15.0	15.0	45.0	37.3
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°13	24/01/2022	21/02/2022	28 dias	33	15.0	15.0	45.0	45.1
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°14	24/01/2022	21/02/2022	28 dias	34	15.0	15.0	45.0	46.4
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +2% ALAMBRE, Espécimen N°15	24/01/2022	21/02/2022	28 dias	35	15.0	15.0	45.0	46.9

OBSERVACIONES:  
 - Testigo (s), Elaborado y Curado por Personal de Laboratorio, según Norma ASTM C 192/C 192M.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022

Tec.: R.R.R.  
 Rev.: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
 Jefe de Laboratorio

  
 ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

LABORATORIO GEOTECNICO

MAPID SAC  
 Email: informes@mapid.pe / Telf.: (01) 6507548  
 Cal 4 Mza. C Lote: 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2do Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCION : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
 UBICACION : Lima

REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
 ESTRUCTURA : --  
 DESCRIPCIÓN : Especímenes prismáticos

EQUIPO DE COMPRESION  
 MARCA / MODELO : PINZUAR  
 CAPACIDAD : 120,000 Kgf

<b>ASTM C 78</b>	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO</b>
------------------	---

Descripcion	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad	Carga de rotura (kN)	Altura promedio (cm)	Ancho promedio (cm)	Longitud de la luz (cm)	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°1	25/01/2022	1/02/2022	7 días	32	15.0	15.0	45.0	44.1
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°2	25/01/2022	1/02/2022	7 días	33	15.0	15.0	45.0	44.6
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°3	25/01/2022	1/02/2022	7 días	30	15.0	15.0	45.0	40.9
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°4	25/01/2022	1/02/2022	7 días	32	15.0	15.0	45.0	43.1
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°5	25/01/2022	1/02/2022	7 días	31	15.0	15.0	45.0	42.7
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°6	25/01/2022	8/02/2022	14 días	31	15.0	15.0	45.0	41.9
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°7	25/01/2022	8/02/2022	14 días	34	15.0	15.0	45.0	46.5
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°8	25/01/2022	8/02/2022	14 días	31	15.0	15.0	45.0	42.6
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°9	25/01/2022	8/02/2022	14 días	32	15.0	15.0	45.0	43.6
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°10	25/01/2022	8/02/2022	14 días	34	15.0	15.0	45.0	45.6
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°11	25/01/2022	22/02/2022	28 días	38	15.0	15.0	45.0	51.7
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°12	25/01/2022	22/02/2022	28 días	36	15.0	15.0	45.0	49.4
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°13	25/01/2022	22/02/2022	28 días	37	15.0	15.0	45.0	50.2
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°14	25/01/2022	22/02/2022	28 días	37	15.0	15.0	45.0	50.4
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +4% ALAMBRE, Espécimen N°15	25/01/2022	22/02/2022	28 días	37	15.0	15.0	45.0	50.6

OBSERVACIONES:  
 - Testigo (s), Elaborado y Curado por Personal de Laboratorio, según Norma ASTM C 192/C 192M.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022

Tec.: R.R.R.  
 Rev.: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

  
 PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
 Jefe de Laboratorio

  
 ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

LABORATORIO GEOTECNICO

MAPID SAC  
 Email: informes@mapid.pe / Telf.: (01) 6507548  
 Call 4 Mza. C Lote: 24 Urb. Los Portales de Naranzal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres



### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Joel Bravo Cárdenas  
 DIRECCION : Huancayo - Perú  
 PROYECTO : Mejoramiento de la resistencia a flexión en viga de concreto con adición del alambre número 16

EXPEDIENTE N° : 0399-2022/MAPID  
 FECHA RECEPCION : Lima, 11 de Enero del 2022  
 UBICACION : Lima

REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
 ESTRUCTURA : -  
 DESCRIPCIÓN : Especímenes prismáticos

EQUIPO DE COMPRESION  
 MARCA / MODELO : PINZUAR  
 CAPACIDAD : 120.000 Kgf

<b>ASTM C 78</b>	<b>RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO</b>
------------------	---

Descripción	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad	Carga de rotura (kN)	Altura promedio (cm)	Ancho promedio (cm)	Longitud de la luz (cm)	Módulo de rotura (Kg/cm <sup>2</sup> )
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°1	28/01/2022	4/02/2022	7 días	36	15.0	15.0	45.0	48.68
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°2	28/01/2022	4/02/2022	7 días	35	15.0	15.0	45.0	47.86
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°3	28/01/2022	4/02/2022	7 días	35	15.0	15.0	45.0	47.05
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°4	28/01/2022	4/02/2022	7 días	35	15.0	15.0	45.0	46.91
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°5	28/01/2022	4/02/2022	7 días	35	15.0	15.0	45.0	47.86
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°6	28/01/2022	11/02/2022	14 días	36	15.0	15.0	45.0	48.41
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°7	28/01/2022	11/02/2022	14 días	36	15.0	15.0	45.0	48.27
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°8	28/01/2022	11/02/2022	14 días	37	15.0	15.0	45.0	50.17
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°9	28/01/2022	11/02/2022	14 días	37	15.0	15.0	45.0	50.31
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°10	28/01/2022	11/02/2022	14 días	36	15.0	15.0	45.0	48.41
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°11	28/01/2022	25/02/2022	28 días	36	15.0	15.0	45.0	48.68
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°12	28/01/2022	25/02/2022	28 días	32	15.0	15.0	45.0	43.38
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°13	28/01/2022	25/02/2022	28 días	51	15.0	15.0	45.0	68.94
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°14	28/01/2022	25/02/2022	28 días	40	15.0	15.0	45.0	53.71
Concreto f'c=210 Kg/cm <sup>2</sup> +6% ALAMBRE., Espécimen N°15	28/01/2022	25/02/2022	28 días	40	15.0	15.0	45.0	54.46

OBSERVACIONES:  
 - Testigo (s), Elaborado y Curado por Personal de Laboratorio, según Norma ASTM C 192/C 192M.

Fecha de emisión : Lima, 04 de Marzo del 2022

Tec.: R.R.R.  
 Rev.: P.J.V.

El solicitante asume toda responsabilidad del uso de la información contenida en este documento.

PERCY FERNÁNDEZ ACOSTA  
 Jefe de Laboratorio

ROBIN ROJAS RODRIGUEZ  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 258495

LABORATORIO GEOTECNICO

MAPID SAC  
 Email: informes@mapid.pe / Telf: (01) 6507548  
 Cal 4 Mza. C Lote: 24 Urb. Los Portales de Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres

**INFORME TÉCNICO**

EXPEDIENTE : INF- LE 175 – 21

SOLICITANTE : **ARSOU GROUP S.A.C.**  
Mz. C Lt 1 Av. Las Flores de San Diego  
(entrada del grifo San Diego), San Martín de  
Porres, Lima  
Att.: Sr. Joshep A. Arévalo F.

TITULO : CALIBRACION DE SISTEMA DE CELDA  
DE CARGA  
Celda de Carga: ANY LOAD  
N° serie: S/N  
Capacidad: 100000 kg  
INDICADOR DIGITAL: ANYLOAD  
Modelo: DD-KC1  
N° serie: 4917000036  
Resolución: 1 kg

FECHA : San Miguel, 30 de septiembre de 2021



Ing. Daniel Torrealva D.  
Jefe del Laboratorio de  
Estructuras Antisísmicas

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Av. Universitaria 1801, San Miguel  
T: 51-1 626-2000 anexo 4640  
F: 51-1 626 2089  
ledi@pucp.pe

[www.pucp.edu.pe](http://www.pucp.edu.pe)

## CALIBRACION DE SISTEMA CELDA DE CARGA

### 1. GENERALIDADES.

ARSOU GROUP S.A.C. solicitó al Laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú efectuar la calibración de un sistema de medición de carga comprendido por una celda de carga y un indicador digital.

Esta operación fue efectuada por personal del Laboratorio de Estructuras. La calibración se efectuó en el Laboratorio de Estructuras el día 24 de septiembre de 2021.

### 2. EQUIPO CALIBRADO.

Celda de carga

- Marca : ANYLOAD
- N° serie : S/N
- Capacidad : 100000 kg (nominal)

Indicador Digital

- Marca : ANYLOAD
- N° serie : 4917000036
- Resolución: 1 kg

### 3 EQUIPO EMPLEADO.

- Marco de reacción de perfiles mecano.
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 87747, 1000 KN, con última calibración de 04 de junio de 2021.
- Amplificador, HBM-MGCplus1 ch6
- Celda de carga, HBM, C3H, N° 99101, 500 KN, con última calibración del 26 de agosto de 2021.
- Amplificador, HBM-MGCplus0 ch2
- Gata hidráulica, LUKAS, 2000 kN HP 200/200 FNr.: 300
- Bomba hidráulica manual, LUKAS ZPH 3/8 PN 700 NS: 263915

### 4. PROCEDIMIENTO SEGUIDO.

Para la realización de la calibración se tomó como referencia la norma ASTM E74-18 y de acuerdo con el cliente se procedió a aplicar los valores de carga indicados en la página 3/3. El proceso de calibración consistió en la aplicación de tres series de carga a la celda mediante una gata hidráulica en serie con la celda patrón.

### 5. RESULTADOS.

En la página 3/3 se presentan los resultados de la calibración efectuada.

INF-LE 175-21



Celda calibrada: ANYLOAD

N° serie: S/N

Indicador Digital: ANYLOAD

N° serie: 4917000036

**Celda patrón:** HBM #serie: 87747 Capacidad: 1000 kN U = 1.5 kN

Amplificador usado: MGCplus1 ch6

Informe de Calibración N° 2020-1 87747 de 04 de junio de 2021

**Celda patrón:** HBM #serie: 99101 Capacidad: 500 kN U = 0.7 kN

Amplificador usado: MGCplus0 ch2

Informe de Calibración N° 2021-1 99101 de 26 de agosto de 2021

Celdas patrones calibradas en LEDI-PUCP con patrones trazables al

HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania

Norma de referencia: ASTM E74-18

Fecha calibración: 2021-09-27

Ejecutores: M. Bernardo L. - S. Llanos I.

Capacidad: 100000 kg

Modelo: DD-KC1

Resolución: 1 kg

PATRON(CARGA) (kg)			INDICADOR DIGITAL ANYLOAD (kg)		
12557.31	12557.31	12557.31	12584	12605	12607
25104.64	25104.64	25104.64	25115	25147	25139
33803.87	33801.14	33798.40	33900	33884	34001
40851.24	40847.94	40844.64	40950	40933	41086
51068.20	51064.07	51059.94	51168	51187	51390
61289.16	61284.21	61279.25	61415	61385	61477
71514.12	71508.34	71502.55	71624	71622	71700
81743.07	81736.46	81729.85	81821	81806	81867
91976.03	91968.59	91961.15	92013	92058	92118
99653.36	99645.31	99637.25	99620	99706	99795

La ecuación de ajuste por el método de mínimos cuadrados según la norma citada es:

$$\text{DEFLEXIÓN} = A + B (\text{CARGA}) + C (\text{CARGA})^2$$

Siendo los coeficientes:

$$A = -57.3665131674$$

$$B = 1.0070816991$$

$$C = -0.0000000599$$

Obteniéndose como resultado:

$$\text{Desviación Standard } S = 56.5 \text{ kg}$$

$$\text{LLF} = 135.7 \text{ kg}$$

$$U = 323 \text{ kg}$$

Nota: DEFLEXIÓN es la lectura directa del indicador digital ANYLOAD

La Incertidumbre expandida, para  $k=2$ , se ha calculado para 100000 kg

Este informe contiene 3 páginas.

Prohibida la reproducción parcial de este Informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Estructuras Antisísmicas.

INF-LE: 175-21



### Anexo 3: Diseño y dosificación del concreto de la viga patrón.

#### Cálculo de los parámetros para la dosificación y diseño del concreto

<b>Datos de los ensayos físicos de los agregados.</b>	<b>Unidad</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Peso específico	g/cm <sup>3</sup>	2.848	2.837
Peso unitario suelto seco	kg/cm <sup>3</sup>	1672	1497
Peso unitario seco compactado	kg/cm <sup>3</sup>		1675
Absorción	%	0.4	0.7
Contenido de humedad	%	3.3	0.6
Módulo de finesa		2.64	
Tamaño máximo nominal	Pulg		1/2

*Fuente: Elaboración propia.*

<b>Especificaciones para el diseño y dosificación del concreto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Resistencia requerida (f'c)	Kg/cm <sup>2</sup>	210
Slump	Pulg.	3 – 4

*Fuente: Elaboración propia.*

Parámetros para el diseño de mezcla	Valores	Unidades	Tabla empleada
Resistencia de diseño 210 kg/cm <sup>2</sup>	294	Kg/cm <sup>2</sup>	En función de la tabla 1
Agua	216	Lts	En función de la tabla 2
Aire atrapado	2.5	%	En función de la tabla 3
Relación a/c	0.558		En función de la tabla 5
Cemento	387	kg	
Agregado grueso	948.05		En función de la tabla 4
Agregado fino	860.01	kg	

Fuente: Elaboración propia.

### 1. Cálculo de la resistencia de diseño

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

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

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

### 2.- Cálculo de la relación agua / cemento

Interpolación de la relación agua cemento:

$$\left[ \begin{array}{c} 250 \\ 294 \\ 300 \end{array} \right] \quad \left[ \begin{array}{c} 0.62 \\ X \\ 0.55 \end{array} \right] \quad \frac{294 - 250}{300 - 250} = \frac{x - 0.62}{0.55 - 0.62}$$

$$X = 0.558$$

$$\frac{a}{c} = 0.558$$

### Cálculo del cemento

$$\frac{a}{c} = 0.558$$

$$\frac{216}{c} = 0.558 \text{ --- } c = 387 \text{ kg}$$

### 3. - Cantidad de agregado grueso

Agregado grueso = 1/2 Pulg

Módulo de finesa del agregado Fino = 2.64

Interpolación para determinar la cantidad de agregado grueso

$$\frac{2.64 - 2.6}{2.8 - 2.6} = \frac{x - 0.57}{0.55 - 0.57}$$

$\left[ \begin{array}{c} 2.6 \\ 2.64 \\ 2.8 \end{array} \right]$	$\left[ \begin{array}{c} 0.57 \\ x \\ 0.55 \end{array} \right]$	$\frac{0.04}{0.2} = \frac{x - 0.57}{-0.02}$
$x = 0.566$		

Cantidad de agregado grueso en kg = Factor x PUCseco(Ag. grueso)

Cantidad de agregado grueso en kg = 0.566 x 1675

Cantidad de agregado grueso en kg = 0.566 x 1675

Cantidad de agregado grueso en kg = 948.05 kg

Volumen del agregado grueso = peso de Ag. grueso / pesos específico en m<sup>3</sup>

Volumen del agregado grueso = 948.05 / 2837

Volumen del agregado grueso = 0.334 m<sup>3</sup>

Dato: peso específico = 3.12 Cemento andino

#### 4.- Cálculo de volumen absoluto de diseño

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Pesos específicos de masa en un m<sup>3</sup></b>	<b>Volúmenes absolutos m<sup>3</sup></b>
Cemento	kg	387	3120	0.124
Agua	lts	216	1000	0.216
Aire	%	2.5	0.025	0.025
			<b>Vol. En pasta</b>	<b>0.365</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

#### 5.- Calculamos el volumen del agregado fino

Vol. Del Ag. Fino = 1 – (Vol. En pasta + vol. Ag. Grueso)

Vol. Del Ag. Fino = 1 – (0.365 + 0.334)

Vol. Del Ag. Fino = 0.301 m<sup>3</sup>

Cantidad de agregado fino en Kg = Vol. Del Ag. Fino x Peso específico del Ag.

fino en m<sup>3</sup>

Cantidad de agregado fino en Kg = 0.301 x 2848

Cantidad de agregado fino en Kg = 857.25kg.

Por lo tanto, el peso de los materiales secos por metro cubico será:

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidades</b>
Cemento	kg	387
Agua	lts	216
Agregado fino	kg	857
Agregado grueso	kg	948
<b>Peso total</b>	<b>kg</b>	<b>2411</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

El peso del diseño de la muestra patrón seco se encuentra dentro peso normal del concreto que es de 2300 kg a 2450 kg.

#### **6.- Cálculo de los pesos húmedos de los materiales serán:**

Agrado húmedo = Peso del Agregado seco x (1 + (contenido de humedad/100))

<b>Material</b>	<b>Peso del Agregado seco</b>	<b>1 + (contenido de humedad/100)</b>	<b>Peso del agregado húmedo en kg.</b>
Ag. Fino	857	1.033	885
Ag. Grueso	948	1.006	954

*Fuente: Elaboración propia.*

## 7.- Cálculo del agua efectiva

Ítem	Unidades	Valor
Agua de diseño seco	lts	216
peso del Ag. Fino seco	kg	860
% absorción del Ag. Fino	%	0.4
contenido de humedad del Ag. Fino	%	3.3
peso de Ag. grueso seco	kg	948
% absorción del Ag. grueso	%	0.7
contenido de humedad del Ag. grueso	%	0.6

*Fuente: Elaboración propia.*

Cantidad de agua efectiva = Agua de diseño seco + (peso de Ag. Fino seco \*((% absorción - contenido de humedad) /100) + (peso de Ag. grueso seco \*((% absorción - contenido de humedad) /100)

Cantidad de agua efectiva = 216 + (856 \*((0.4 – 3.3) /100) + (954 \*((0.7 - 0.6) /100)

Cantidad de agua efectiva = 192 lts.

Por lo tanto, los pesos húmedos por metro cubico serán:

Materiales	Unidades	Cantidades
Cemento	kg	387
Agua	lts	192
Agregado fino	kg	885
Agregado grueso	kg	954
<b>Peso total</b>	<b>kg</b>	<b>2418</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

El peso del diseño de la muestra patrón húmedo se encuentra dentro peso normal del concreto que es de 2300 kg a 2450 kg.

**Anexo 4:** fichas técnicas de macrofibras sika y de elaboración propia a partir del alambre número 16 en trozo de 5 cm.

CONSTRUYENDO CONFIANZA



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# SikaFiber® CHO 65/35 NB

Fibra de acero pegadas para refuerzo del concreto

### 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 (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.

### 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.
- 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.

### CERTIFICADOS / 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, EN 14889-1

Hoja De Datos Del Producto  
SikaFiber® CHO 65/35 NB  
Febrero 2021, Versión 01.05  
02140801100000019

1 / 4

 <b>1020</b>	
<b>HIC Corporation</b> 260-3, Jaingiae-ro, Hallin-myeon, Gimhae-si Gyeongsangnam, -do, <b>Kore</b> 11 th West, Side Road, Nan-Pu Developmen Area Tang Shan City, <b>China</b>	
<b>13</b> <b>1020-CPR-010023618</b>	
<b>EN 14889-1</b> Fibras de acero para uso estructural en hormigones (concreto), mortero y pastas.  Grupo 1: Alambre estirado en frio  Longitud: 35 mm  Diámetro: 0.54 mm  Forma: Deformado	
<b>INFORMACIÓN DEL PRODUCTO</b> Resistencia a la tracción: 1300 N/mm <sup>2</sup>	
<b>Empaques</b>	Sacos de papel x 20 kg.
<b>Vida Útil</b>	No tiene caducidad mientras se respeten las condiciones de almacenamiento.
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	Los sacos de Sika® Fiber CHO 65/35 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
<b>Dimensiones</b>	LONGITUD: 35 mm con extremos conformados. DIÁMETRO DE LA FIBRA: 0.54 mm RELACIÓN LONGITUD/ DIÁMETRO: 65
<b>INFORMACIÓN TÉCNICA</b>	
<b>Resistencia a la Tensión</b>	RESISTENCIA A TRACCIÓN: Minimo 1,300 MPa
<b>Elongación de Rotura</b>	ELONGACIÓN DE ROTURA: 4% máx.
<b>Dosificación Recomendada</b>	Normalmente entre 15 - 50 kg. de Sika® Fiber CHO 65/35 NB por m3 de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los indices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

Hoja De Datos Del Producto  
 SikaFiber® CHO 65/35 NB  
 Febrero 2021, Versión 01.05  
 021408011000000019



## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## DOCUMENTOS ADICIONALES

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE  
SikaFiber®CHO65/35NB :

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



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Hoja De Datos Del Producto  
SikaFiber® CHO 65/35 NB  
Febrero 2021, Versión 01.05  
021408011000000019

3 / 4

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

CONSTRUYENDO CONFIANZA



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO DE ELABORACIÓN PROPIA

### **Alambre número 16 en trozos de 5 centímetros**

Microfibras de elaboración propia para refuerzo de concreto

### **DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

Son fibras de acero de alta calidad bajo contenido de carbono obtenido por trefilación destinado para reforzamiento de concreto tradicional

### **COMPOSICIÓN QUÍMICA:**

- ✓ Carbono (C): 0,10 % máx.
- ✓ Fósforo (P): 0.04 % máx.
- ✓ Magnesio (Mn): 0.30 - 0.50 %.
- ✓ Azufre (S): 0.05 %.

### **CARACTERÍSTICAS:**

- ✓ Calibre: 16
- ✓ Diámetro:  $1.59 \pm 0.04$  mm.
- ✓ Resistencia a la atracción: 32 - 45.9 kg/mm<sup>2</sup>.
- ✓ Unidad de medida: Kilogramo (Kg).
- ✓ Ductilidad: Alta

### **DIMENSIONES:**

- ✓ LONGITUD: 50 mm con extremos conformados.
- ✓ DIÁMETRO DE LA FIBRA: 1.59 mm

✓ RELACIÓN LONGITUD/ DIÁMETRO: 31.45

## **INFORMACIÓN TÉCNICA**

**Resistencia a la tensión:** por fábrica tiene una resistencia a la tracción

**Dosificación Recomendada:** se recomienda por otros estudios el empleo de 4% del peso total del concreto en nuestra investigación se recomienda el empleo del 6%. Por lo tanto, se recomendará realizar ensayos previos para determinar la cantidad precisa de fibras (trozos de alambre de 5cm). Teniendo en cuenta los índices de tenacidad o energía que se requiera adsorber o especificación del concreto.

## Anexo 5: Calculo de la prueba ANOVA

1.- Calculamos el promedio (X)

<b>Edad del ensayo (días)</b>	<b>Patrón</b>	<b>Con adición del 2% del alambre N°16</b>	<b>Con adición del 4% del alambre N°16</b>	<b>Con adición del 6% del alambre N°16</b>
<b>7</b>	39.97	41.95	43.07	47.67
<b>14</b>	43.26	43.89	44.02	49.10
<b>28</b>	43.73	44.84	50.61	54.44
<b>Promedio</b>	42.32	43.56	45.9	49.74

*Fuente: Elaboración propia.*

2.- Calculamos el valor de (n).

Columnas (c) = 4

Filas (r) = 3

El valor de  $n = c * r = 4 * 3 = 12$

3.- Determinamos la gran media (X)

$$X = \frac{42.32 + 43.56 + 45.9 + 49.74}{4}$$

$$X = 45.38$$

4.- Calculo de la suma de los cuadrados totales (SCT)

	g1	g2	g3	g4	Total
	31.09	12.93	6.13	4.51	54.66
	5.23	2.74	2.33	12.63	22.93
	3.30	0.50	25.65	79.11	108.55
<b>Total</b>	<b>39.61</b>	<b>16.17</b>	<b>34.10</b>	<b>96.25</b>	<b>186.14</b>

Fuente: Elaboración propia.

SCT = 186.14

5.- Calculamos la suma de cuadrados de grupos (SCTR)

SCTR				
31.22	11.83	0.38	70.79	<b>114.21</b>

SCTR = 114.21

6.- Calculo de la suma de cuadrados de error (SCE)

	g1	g2	g3	g4	Total
	5.52	2.59	8.01	7.47	23.59
	0.88	0.11	3.53	1.70	6.23
	1.99	1.64	22.18	16.29	42.11
<b>Total</b>	<b>8.39</b>	<b>4.34</b>	<b>33.73</b>	<b>25.46</b>	<b>71.93</b>

Fuente: Elaboración propia.

SCE = 71.93

7.- Calculamos el cuadrado medio total (CMT)

$$CMT = \frac{SCT}{n - 1} = \frac{186.14}{11} = 16.92$$

8.- Calculamos el cuadrado medio de grupo (CMTR)

$$CMTR = \frac{SCTR}{C - 1} = \frac{114.21}{3} = 38.07$$

9.- Calculamos el cuadro medio del error (CME)

$$CME = \frac{SCE}{n - c} = \frac{71.93}{12 - 4} = \frac{71.93}{8} = 8.99$$

10.- Determinamos la prueba de Fisher (EP)

$$S = \frac{CMTR}{CME} = \frac{38.07}{8.99} = 4.23 = EP$$

Determinamos los grados de libertad

$$gl = \frac{c - 1}{n - c} = \frac{4 - 1}{12 - 4} = \frac{3}{8}$$

Determinamos el valor de Fisher por tablas

Con tres grados de libertad en el numerado, 8 grados de libertad en el denominador y con un nivel de significación  $\alpha = 0,05$

$$F_{tabla} = 4.07 = PC$$

Por lo tanto.

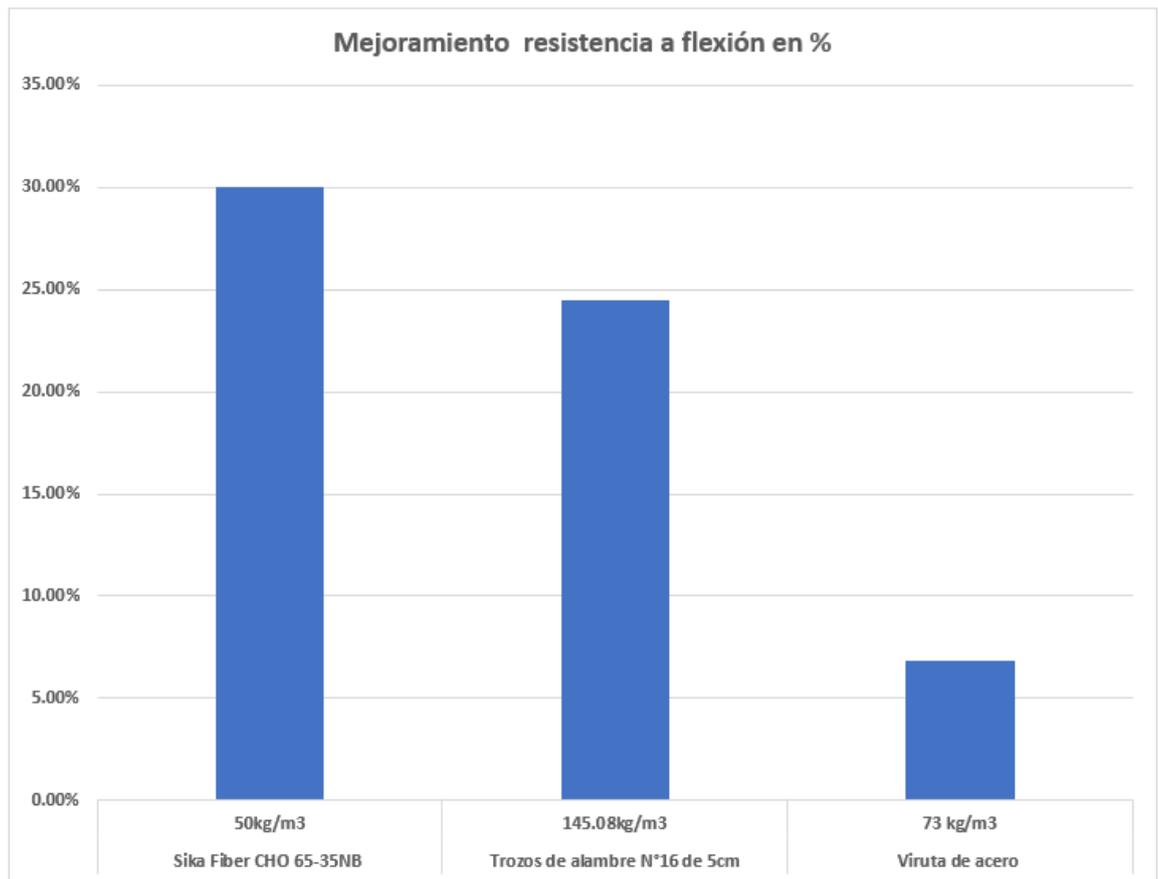
Si  $EP \leq PC$ , se acepta  $H_0$

Si  $EP > PC$ , se rechaza  $H_0$

$$EP = 4.23 > PC = 4.07$$

Por lo tanto, la Hipótesis  $H_0$  se rechaza, esta hipótesis indicaba que todas las medias son iguales.

#### Anexo 06: Tabla comparativo en barras



*Fuente: Elaboración propia.*

**Anexo 07: Panel fotográfico.**

*Foto 1: limpieza de impurezas del agregado.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Foto 2: Preparación de los moldes para la elaboración de las viguetas.*



Fuente: Elaboración propia.

Foto 3: Determinando el contenido de humedad de los agregados.



Foto 4: Secado de los agregados para la determinación del contenido de humedad.



Fuente: Elaboración propia.

*Foto 5: Pesado de los agregados.*

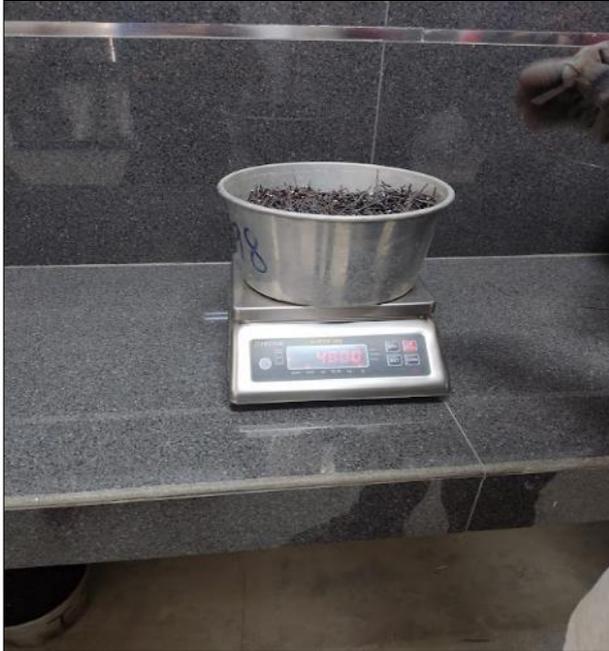


*Foto 6: Pesado de la cantidad de agua.*



*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 7:** *Pesado del alambre N° 16 para la preparación de las viguetas en proporciones del 2%, 4% y 6%.*



*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 8:** *Trozos de alambre N°16 de 5cm*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Foto 9: Preparación del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, para la viga patrón y viguetas con adición del alambre N° 16 en proporciones del 2%, 4% y 6%..*



*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 10: Ensayo del Cono de Abrams**



*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 11:** *Determinación del Slump.*



*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 12:** *Viga patrón y viguetas con adición del alambre N° 16 en proporciones del 2%, 4% y 6%.*



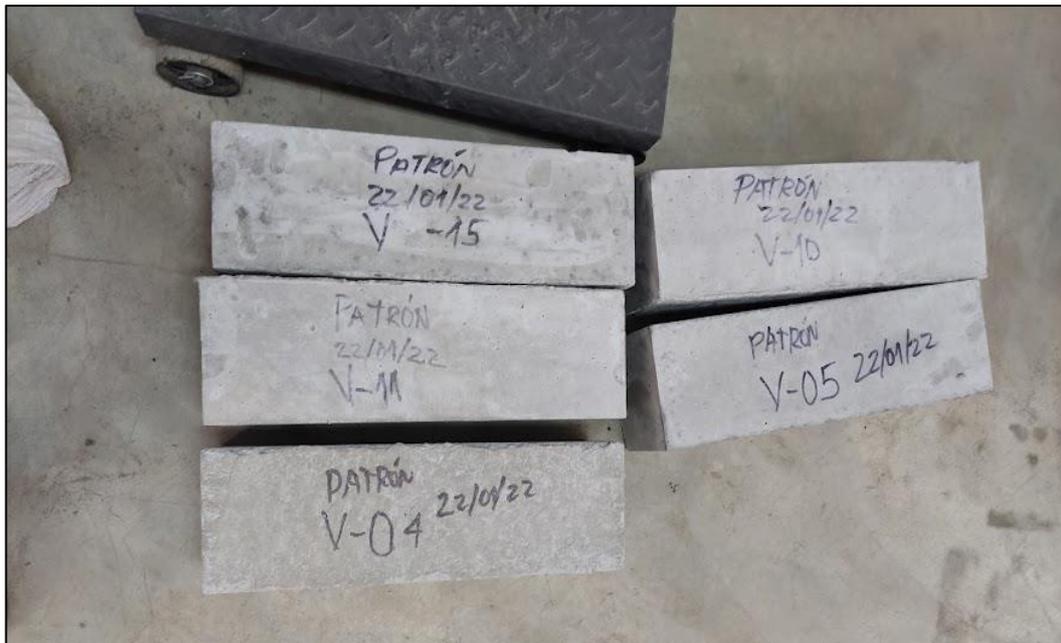
Fuente: Elaboración propia.

**Foto 13:** Curado de la viga patrón y las viguetas con adición del alambre N° 16.



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 14:** Preparación de la viga patrón para ensayo a la resistencia a la flexión.



Fuente: Elaboración propia.

**Foto 15:** Preparación de las viguetas con adición del 2% de alambre 16 para ensayo a la resistencia a la flexión.



*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 16:** Preparación de las viguetas con adición del 4% de alambre 16 para ensayo a la resistencia a la flexión.



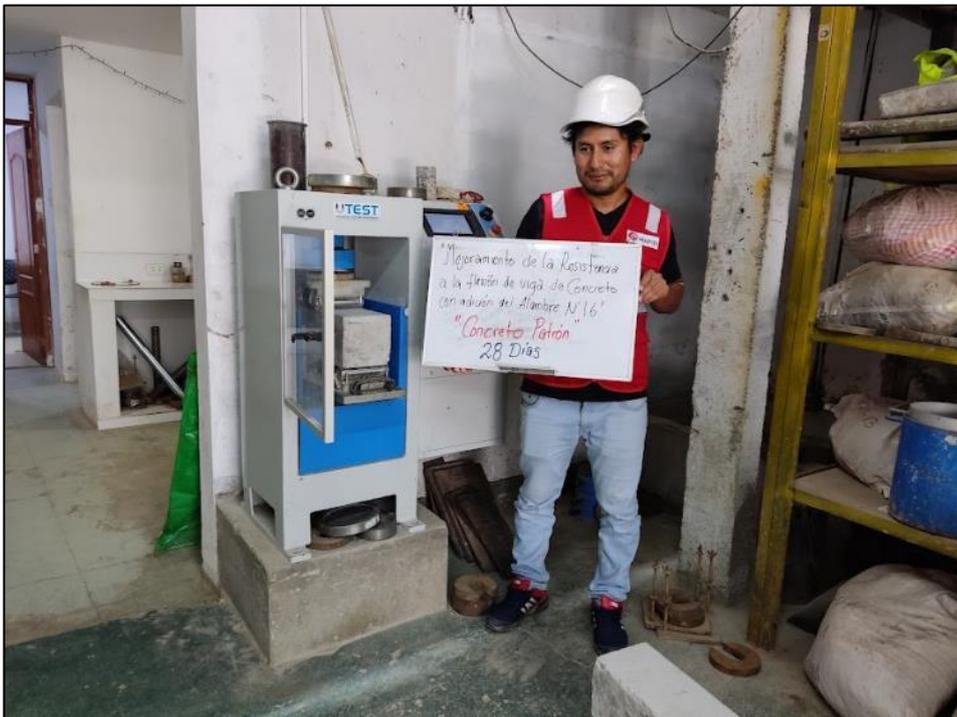
*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 17:** Preparación de las viguetas con adición del 6% de alambre 16 para ensayo a la resistencia a la flexión.



*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 18:** Ensayo de la resistencia a flexión de la viga patrón.



*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 19:** Ensayo de la resistencia a flexión de la viga con adición del 2% de alambre

N° 16.



*Fuente: Elaboración propia.*

**Foto 20:** Ensayo de la resistencia a flexión de la viga con adición del 4% de alambre

N° 16.



**Foto 21:** Ensayo de la resistencia a flexión de la vigueta con adición del 6% de alambre  
N° 16.



*Fuente: Elaboración propia.*